

特開平11-258605

(43)公關日 平成11年(1999)9月24日

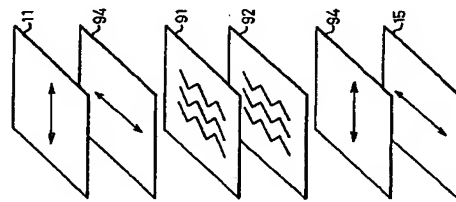
(51) Int.Cl. G 02 F 1/135 1/1337	識別記号 610 1/1337	特願平11-18319 特願平10-183386の分割 平成10年(1998)6月11日	PI G 02 F 1/1335 1/1337	審査請求 有 請求項の数 8 O L (全108頁)
(21) 出願番号 (52) 分類の表示 (22) 出願日	(31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願平9-155437 平9(1987)6月12日 日本(JP) 特願平9-230882 平9(1987)8月27日 日本(JP) 特願平9-230691 平9(1987)8月27日 日本(JP)	(71) 出願人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 (72) 発明者 成田 有広 1号 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社 小池 智雄 (72) 発明者 井土 石田 敬 (外4名) (74) 代理人	最終頁に続く

(54)【発明の名称】
液晶表示装置

(57) 【重】

【課題】 コントラスト、動作速度などは従来と同様に良好なまま、視角特性も良好なVA方式の液晶表示装置の実現。

【解決手段】 基板表面に垂直配向地を施した第1及び第2の基板92、93間に誘電率異方性が負の液晶14を挟持し、上下2枚の基板の少なくとも一方の面に、又は、その一部に、又は電極に設けられたリソットのいずれか、又はそれら2つを有する方向が各画素領域内において複数の方向になるように形成するVVA方式の液晶パネルと、互いの吸収軸が斜めになる方向が各画素領域内において複数の方向になるように形成するVA方式の液晶パネルとを配置された第1の液晶表示装置100の構成を説明する。第1の液晶表示装置100は、第1の液晶パネル115と、第2の液晶パネル116と、第1の液晶パネル115と第2の液晶パネル116との間の液晶14とを備え、位相遅延フィルムはフィルム117の両面内方向の屈折率を n_x 、 n_y 、厚さ方向の屈折率を n_z とした時に n_x 、 n_y 、 n_z の関係が右式を



220

3

1の位相差フィルムと、
前記第1の偏光板と前記第1の位相差フィルムの間に設けられた第2の位相差フィルムとを備え、

前記第1の位相差フィルムは、前記第1の偏光板の吸収軸と平行なフィルム面方向の屈折率を n_y 、それに垂直なフィルム面方向の屈折率を n_x とし、厚さ方向の屈折率を n_z とした時に、 $n_x > n_y = n_z$ の関係有し、

前記第2の位相差フィルムは、フィルム面方向の屈折率を n_x 及び n_y とし、厚さ方向の屈折率を n_z とした時に、 $n_x = n_y > n_z$ の関係有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】 表面に垂直配向処理を施した上下二枚の基板間に誘電率異方性が負の液晶を挟持し、前記液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ水平となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになる配向であり、前記上下二枚の基板の少なくとも一方の表面に、突起、窪み又は電極に設けたスリットのいずれか、又はそれらの組合せよりなるドメイン規制手段を備え、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時に、前記液晶の配向が斜めになる方向が、各画素内において複数の方向になるように規制する液晶パネルと、

互いの吸収軸が直交するように前記液晶パネルの両側に配置された第1と第2の偏光板と、

前記液晶パネルと前記第1の偏光板の間に設けられた第1の位相差フィルムと、
前記液晶パネルと前記第2の位相差フィルムとを備え、

前記第1の位相差フィルムは、前記第1の偏光板の吸収軸と平行なフィルム面方向の屈折率を n_y 、それに垂直なフィルム面方向の屈折率を n_x とし、厚さ方向の屈折率を n_z とした時に、 $n_x > n_y = n_z$ の関係有し、

前記第2の位相差フィルムは、フィルム面方向の屈折率を n_x 及び n_y とし、厚さ方向の屈折率を n_z とした時に、 $n_x = n_y > n_z$ の関係有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】 表面に垂直配向処理を施した上下二枚の基板間に誘電率異方性が負の液晶を挟持し、前記液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ水平となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになる配向であり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時に、前記液晶の配向が斜めになる方向が、各画素内において複数の方向になるように規制する液晶パネルと、

互いの吸収軸が直交するように前記液晶パネルの両側に配置された第1と第2の偏光板と、
前記液晶パネルと前記第1の偏光板の間に設けられた第2の偏光板との間の少なくとも一方に、少なくとも1

枚の位相差フィルムとを備え、
該少なくとも1枚の位相差フィルムは、フィルム面方向の屈折率を n_x 及び n_y とし、厚さ方向の屈折率を n_z とした時に、 $n_x > n_y = n_z$ の関係有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】 表面に垂直配向処理を施した上下二枚の基板間に誘電率異方性が負の液晶を挟持し、前記液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ水平となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになる配向であり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時に、前記液晶の配向が斜めになる方向が、各画素内において複数の方向になるように規制する液晶パネルと、

互いの吸収軸が直交するように前記液晶パネルの両側に配置された第1と第2の偏光板と、
前記液晶パネルと前記第1の偏光板の間に設けられた第2の偏光板との間の少なくとも一方に、少なくとも1枚の位相差フィルムとを備え、

該少なくとも1枚の位相差フィルムは、フィルム面方向の屈折率を n_x 及び n_y とし、厚さ方向の屈折率を n_z とした時に、 $n_x = n_y > n_z$ の関係有することを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶表示装置(Liquid Crystal Display)に関し、特にVA (Vertically Aligned)型LCD (VAモードLCD)で配向制御を実現する技術に関する。

【0002】
【従来の技術】 CRTの画像品質に匹敵するフラットパネルディスプレイの中で、現在もっとも広く使用されているのが液晶表示装置(LCD)である。特に、TFT (Thin Film Transistor)方式のLCD (TFT-LCD)は、パーソナルコンピュータ、ワープロ、OA機器などの民生用機器や携帯テレビジョン等の家電機器への応用により、市場の一層の拡大が期待されている。これに伴って、画像品質の一層の向上が要望されている。以下、TFT-LCDを例として説明するが、本発明はTFT-LCDに限らず、単結マトリクス型のLCDやプラズマアドレス型のLCDにも適用可能であり、一般的にそれぞれに電極が形成された一対の基板間に液晶を挟み、それぞれ基板の電極間に電圧を印加することで表示を行うLCDに適用可能なものであって、TFT-LCDに限定されるものではない。

【0003】 現在、TFT-LCDでもっとも広く使用されている方式はノーマリホワイトモードのTN (Twisted Nematic)型LCDである。図1はTN型LCDのパネル構造と動作原理を説明する図である。図1に示すように、ガラス基板上に形成した透明電極12と13の上

に配向膜を付け、上下基板が液晶分子の配向方向が90°異なるようなラビング処理を行い、TN液晶を挟む。液晶の持つ性質から配向膜に接触した液晶は配向膜の配向方向に沿って並び、その液晶分子に沿って他の液晶分子が配向するため、図1の(1)に示すように、液晶分子の方向が90°傾いた形を配向する。電極12と13の両側に、配向膜の配向方向と平行に2枚の偏光板1と15を配置する。

【0004】 このような構造のパネルに無偏光の光10が入射すると、偏光板11を通過した光は直線偏光となり液晶に入射する。液晶分子は90°傾けられて配向されているので、入射した光も90°傾けられて通過するため、下の偏光板15を通過できる。この状態が明状態である。次に、図1の(2)に示すように、電極12と13に電圧を印加して液晶分子に電圧を印加すると、液晶分子が直立して傾がとれる。ただし、配向膜表面では配向膜の方向の方が強いため、液晶分子の配向方向は配向膜に沿ったままである。このような状態では、液晶分子は通過する光に対しては等方的であるため、液晶層に入射された直線偏光の偏光方向の回転は生じない。従って、上の偏光板11を通過した直線偏光は下の偏光板15を通過できず、暗状態になる。この後、再び電圧を印加しない状態にすると配向規制力により表示は明状態に戻る。

【0005】 TN型TFT-LCDの製造技術は近年において格段の進歩を遂げ、正面でのコントラスト・色再現性などはCRTを凌駕するまでに至っている。しかし、TN-LCDには視野角が狭いという大きな欠点があり、そのために用途が限定されるという問題があった。図2はこの問題を説明する図であり、(1)が電圧を印加しない白表示の状態であり、(2)が中間の電圧を印加した中間画を表示する状態であり、(3)が所定の電圧を印加した黒を表示する状態である。図2の(1)に示すように、電圧を印加しない状態では液晶分子は同じ方向に、ごく僅かの傾斜角(1°～5°程度)をもった配向している。実際には図1の(1)に示すように傾いているが、ここでは便宜上図示のように示した。この状態ではどの方位でもほぼ白に見える。また、図2の(3)に示すように、電圧を印加した状態では、配向膜の近傍を除いた途中の液晶分子は垂直方向に配向されるため、入射した直線偏光は傾けられ黒に見える。この時、画面に斜めに入射する光は、垂直方向に配向された液晶分子を斜めに通過するため偏光方向がある程度傾けられ、完全な黒でなく中間画(グレイ)に見える。図2の(2)に示すように、(3)の状態より低い中間の電圧を印加した状態では、配向膜の近傍の液晶分子はやはり水平方向に配向されるが、セルの中間部では液晶分子が途中まで立ち上がる。そのため、液晶の複屈折性がいふく失われ、透過率が低下して中間画(グレイ)表示になる。しかし、これは液晶パネルに対して垂直に入射した光についてのみにあいてのことである。斜めに入射した

6

光、すなわち図の左と右の方向から見た場合で液晶が異なる。図示のように、右下から左上に向かう光に対しては液晶分子は平行に配向されることになる。従って、液晶はほとんど複屈折効果を発現しないため左側から見るに似て見えることになる。これに対して、左上から右上に向かう光に対しては液晶分子は垂直に配向されるので、液晶は入射した光に対して大きな複屈折効果を発現し、入射した光は傾けられるので、白に近い表示になる。このように、表示状態に視角依存が生じる点がTN-LCDの最大の欠点である。

【0006】 このような問題を解決するため、特公開53-48452号公報、特公平1-120528号公報などにはIPS型と呼ばれる方式のLCDが提案されている。図3は、IPS型LCDを説明する図であり、(1)は電圧を印加しない時の側面図であり、(2)は電圧を印加した時の側面図であり、(3)は電圧を印加した時の上面図である。IPS型では、図3に示すように、一方の基板17にスリット状電極18、19を形成し、スリット電極間のギャップ部の液晶分子を傾斜方向によって駆動させる。液晶14として正の誘電率特性を有する材料を用い、電圧を印加しない時には、液晶分子の長軸が電極18、19の長手方向に対してほぼ平行にホモジニアス配向せうように、配向膜をラビングする。ここに示した例では、電圧印加時における液晶分子の配向方向の变化方向(回転方向)を一定とするため、液晶分子をスリット電極の長手方向に対して15°の方位にホモジニアス配向している。この状態でスリット電極間に電圧を印加すると、図3の(3)に示すように、スリット電極付近では誘電率異方性を有する液晶分子がその長軸がスリット電極の長手方向に対して90°になるように配向方向を変化させる。しかし、他方の基板16には液晶分子をスリット電極の長手方向に対して15°の方位に配向するように配向処理されているため、基板16の近傍の液晶分子は長軸が電極18、19の長手方向に対してほぼ平行に配向されており、上の基板16から下の基板17に向かつて液晶分子が傾けられて配向されることとなる。このような液晶表示装置において、偏光板11と15を基板16と17の上下に透過軸を互いに直交させて配置し、一方の偏光板の透過軸を液晶分子長軸に平行とすることにより、電圧無印加時には黒表示、電圧印加時には白表示が実現できる。

10

【0007】 上記のように、IPS方式では、液晶分子を立ち上げさせず、横方向にスイッチングする点に特徴がある。TN方式のように、液晶分子を立てたときと傾斜方向によって複屈折性が異なる方向により複屈折性はあまりにスイッチングを行えば方向によって複屈折性はあまり変化しないため、非常に良好な視角特性が得られる。しかし、IPS方式には別の問題点が存在する。まず、応答速度が非常に遅いという点である。応答速度が速い理

30

に配向膜を付け、上下基板が液晶分子の配向方向が90°異なるようなラビング処理を行い、TN液晶を挟む。液晶の持つ性質から配向膜に接触した液晶は配向膜の配向方向に沿って並び、その液晶分子に沿って他の液晶分子が配向するため、図1の(1)に示すように、液晶分子の方向が90°傾いた形を配向する。電極12と13の両側に、配向膜の配向方向と平行に2枚の偏光板1と15を配置する。

【0004】 このような構造のパネルに無偏光の光10が入射すると、偏光板11を通過した光は直線偏光となり液晶に入射する。液晶分子は90°傾けられて配向されているので、入射した光も90°傾けられて通過するため、下の偏光板15を通過できる。この状態が明状態である。次に、図1の(2)に示すように、電極12と13に電圧を印加して液晶分子が直立して傾がとれる。ただし、配向膜表面では配向膜の方向の方が強いため、液晶分子の配向方向は配向膜に沿ったままである。このような状態では、液晶分子は通過する光に対しては等方的であるため、液晶層に入射された直線偏光の偏光方向の回転は生じない。従って、上の偏光板11を通過した直線偏光は下の偏光板15を通過できず、暗状態になる。この後、再び電圧を印加しない状態にすると配向規制力により表示は明状態に戻る。

40

【0005】 TN型TFT-LCDの製造技術は近年において格段の進歩を遂げ、正面でのコントラスト・色再現性などはCRTを凌駕するまでに至っている。しかし、TN-LCDには視野角が狭いという大きな欠点があり、そのために用途が限定されるという問題があった。図2はこの問題を説明する図であり、(1)が電圧を印加しない白表示の状態であり、(2)が中間の電圧を印加した中間画を表示する状態であり、(3)が所定の電圧を印加した黒を表示する状態である。図2の(1)に示すように、電圧を印加しない状態では液晶分子は同じ方向に、ごく僅かの傾斜角(1°～5°程度)をもった配向している。実際には図1の(1)に示すように傾いているが、ここでは便宜上図示のように示した。この状態ではどの方位でもほぼ白に見える。また、図2の(3)に示すように、電圧を印加した状態では、配向膜の近傍を除いた途中の液晶分子は垂直方向に配向されるため、入射した直線偏光は傾けられ黒に見える。この時、画面に斜めに入射する光は、垂直方向に配向された液晶分子を斜めに通過するため偏光方向がある程度傾けられ、完全な黒でなく中間画(グレイ)に見える。図2の(2)に示すように、(3)の状態より低い中間の電圧を印加した状態では、配向膜の近傍の液晶分子はやはり水平方向に配向されるが、セルの中間部では液晶分子が途中まで立ち上がる。そのため、液晶の複屈折性がいふく失われ、透過率が低下して中間画(グレイ)表示になる。しかし、これは液晶パネルに対して垂直に入射した光についてのみにあいてのことである。斜めに入射した

50

れており、その上に垂直配向膜22が被けられている。使用している液晶はネガ型であるから、図10の(1)に示すように、電圧無印加時には、垂直配向膜22のたて面、液晶分子は基板表面に対して垂直に配向する。この場合、垂直配向膜にはラビング処理を施す必要はない。突起220の部分、液晶分子もその斜面上に垂直に配向しようとするので、突起の部分の液晶分子は傾斜する。しかし、電圧無印加時には、突起の部分を除くほとんどの部分では、液晶分子は基板表面に対してほぼ垂直に配向するため、図9の(1)に示すように、良好な黒表示が得られる。

【0020】電圧印加時には、液晶層内の電極面に沿った等電位分布は図10の(2) (a) に示すようになっている。ここで、電圧印加時には電圧は基板に垂直であり、突起のない部分では基板に平行（電圧は基板に垂直）であるが、突起の近傍では傾斜する。電圧を印加すると、図7の(2) に示すように、液晶分子は電界の強度に応じて傾斜するが、電界は基板に垂直な向きであるため、ラビングによって傾斜方向を規定していない場合には、電界に対して傾斜する方位は 360° のすべてである。図10の(1)の方向があるとき、その周囲の液相分子もその方向に沿って傾斜するので、ラビング処理を施さなくとも突起の傾斜に接する液晶分子の方位で突起の傾斜方向を規定する方向まで規定する事で、突起の傾斜方向を規定する。図10の(2) に示すように、突起の部分では電界は突起の斜面に平行になる方向に傾いており（すなわち、等電位線は斜面に垂直となる方向であり）、電圧が印加されるとネガ型液晶分子は電界に垂直な方向に傾くが、その方向は突起のためにともともと傾斜している方向と一致しており、より安定方向に配向することになる。このように、突起が形成されるとその傾斜と突起近隣のネガ型の電界の両方の効果によって安定した配向が得られる。更に強い電圧が印加されると、液晶分子は基板にほぼ平行になる。

【0021】以上のように、突起は電圧を印加した時の液晶分子の配向する方向に規定するトリガの役割を果たしており、大きな面積の斜面、例えば上面斜面に渡るようなものも必要ない。ただし、小さすぎても傾斜と境界線の効果が必要なくなってしまう。従って、材料・形状に応じて幅を定める必要があるが、 $5\mu m$ 幅では十分な効果が得られおり、最低でも例えば $5\mu m$ 程度以上が高さ（厚さ）を小さくしても急峻な斜面を形成することゝ高さができる）、液晶の配向方向に十分に規制できる。また、小さな斜面であれば、電圧施加時には突起の部分を除くほとんどの部分では、液晶分子は基板表面に対して垂直に配向しており、ほぼ完全な臨界示になるので、コントラストを高くするために、更に、電圧を印加し、規則手段として斜面を使用しているため、電圧を加えない時でもドメイン規則手段に際する波崩れはあらかじめ

直配処理を施し、ネガ電圧を注入する。電圧は印加される方向に、水相中では液晶分子と基板面上には基板面に對して垂直に配向するが、突起の傾斜上では若干の傾斜を保持して配向する。電圧を印加すると液晶分子その傾斜方向に配向する。また、突起と絶縁物を用いると境界が逆断され（結晶電界と方式で安定な状態：電圧レスリットを設けたものと同じ）、更に不安定配向分割を得られる。この方式を表面配向方式と呼ぶことにしよう。

【0062】図12の(3)は、(1)と(2)の方式を組み合わせた例で、説明は省略する。以上ドメイン規
制手段として突起とスリットの例を示したが、いろいろ
な変形例が可能である。例えば、図12の(1)で、ス
リット部に埋めさせ、その部分を導体面とすることも可能
である。図12の(2)で、突起を絶縁性の材料で作る
代わりに、基板上に突起を設け、基板及び突起の上に1
TO電極を形成することにより、突起を有す
る電極にすることも面圧を規制できる。また、突起の
形状にのみとすることも可能である。更に、説明した
ドメイン規制手段を片面の基板のみに設けることも可能
であり、両方の基板に設ける場合にはいずれの組み合わ
せを用いることも可能である。また、突起は必ずしも
導体面を有するものにすることが望ましいが、垂直な
面でも効果がある。

【0027】突起の場合、黒表示をすると突起間隙部は黒表示でも突起部分では黒色には光が漏れる。このような部分的な表示の差は美的問題であり肉目では判別できないが、全体の表示としてはその平均値により、黒表示の濃度が若干低下してコントラストを低下させる。従って、突起を可視光を透過させない材料で作ることにより、コントラストを更に向上させることができる。

【0028】ドメイン規則手段を片側又は両側の基に形成する場合に、突起又は窪み又はスリットを、所定のピッチで一方の格子状に形成することは可能である。この場合、各突起又は窪み又はスリットを所定のサイズで用いた複数の突起又は窪み又はスリットと、異なるピッチで用いた複数の突起又は窪み又はスリットとを配置する場合に、それらを半ピッチずれて配置する方が好ましい。

【0029】ここで、特開平6-301035号公報に開示されているように、対向電極にのみ開口（スリット）を設ける場合には、対向領域をあまり大きくできない。これに対して、本発明では、両領域とも対向電極の両方にスリットを設けるのでドメイン領域を任意の形状・大きさにすることができ、上下二枚の基板の一方の側に形成された対向電極は種々の格子状形状を施し、他方の側に形成された元電極の格子状形状に方向によって突起又は窪みを配列することも可能である。

【0030】いずれにして、上記の配向分割が1画素内で生じることが必要であり、突起又は窪み又はスリット

のピッチは1画面のピッチより小さくする必要がある。本発明を適用したLCDの特性を調べた結果によれば、本発明は非常に優れており、TN方式はもともとこの点とIPS方式と比べても同等以上の発光特性が得られた。正面から見た時の特性も非常に優れており、コントラスト比400以上（これはTN方式の2倍以上である。）であった。透過率はTN方式が30%、IPS方式が20%で、本発明は25%であり、TN方式には劣るものの、IPS方式よりは優れている。また、応答速度（応答時間）は他の方式より圧倒的に速かった。例えば、同等のパネルであれば、TN方式では、応答速度（オン時間） τ_{on} (0V→5V) が23ms、オフ速度（オフ時間） τ_{off} (5V→0V) が21msであり、IPS方式では、応答速度（ τ_{on} + τ_{off} ）が44msであり、IPS方式では、応答速度 τ_{on} が42ms、オフ速度 τ_{off} が22msで、応答速度は64msであったが、例えば、本発明の突起を用いた方式では、応答速度 τ_{on} が9ms、オフ速度 τ_{off} が6msで、応答速度は15msで、TN方式の2.8倍、IPS方式の4倍高速で、動画表示などに何ら問題ない速度（応答性）であった。

【0031】更に、本発明の方式では、電圧無印加時に垂直度配向、電圧印加時に矢交又是偏み又は斜め配向が成る。品々の原料構成によらず、通常のTN方式及びIPS方式のようにラビング処理を行う必要がない。パネル製造工程においてラビング工程は必要ともゴミの出やすい工程であり、ラビング後には必ず基板洗浄（水やIPAなど）で洗浄する。）が必要であるが、配向膜を損傷することがあり、配向不良の原因となっていた。これに対し、本発明ではラビング工程が必要ないので基板洗浄工程は必要ない。

【0032】
【発明の実施の形態】図13は、本発明の第1実施例の液晶パネルの全体構成を示す図である。図13に示すように、第1実施例の液晶パネルは、TFT型のLCDで、一方のガラス基板16には対向（コモン）電極12が形成されており、他方のガラス基板17には平行に形成された複数のスクランブルライン31、スクランブルラインに垂直な方向に平行に形成された複数のデータバスライン32、スクランブルラインとデータバスラインの交点に対応してマトリクス状に設けられたTFT33及び画素（セル）電極13が設けられており、各基板の表面は垂直配向処理が施されており、2枚の基板の間にはネガ型の液晶が封入されている。ガラス基板16は、カラーフィルタが形成されるのでカラーフィルタ基板（CF基板）と呼ばれ、ガラス基板17はTFT基板と呼ばれ、ここでは本発明の特徴である電極部分の形状について説明する。

【0033】図14は、本発明の第1実施例のパネル構

道を示す図であり、(1)は斜めから見た状態を模式的に示す図であり、(2)は側面図である。また、図15は第1実施例における突起パターンと画素との関係を示す図であり、図16は第1実施例の液晶パネルの表示領域外における突起パターンを示す図であり、図17は第1実施例の液晶パネルの断面図である。

【0034】図17に示すように、CF基板16の液晶に面する側の表面には、ブラックマトリクス層34、カラーフィルタ39、コンモ電極をなすITO膜12、及び等ピッチで平行な突起20Aが形成される。なお、この上に更に垂直配向層が形成されるが、ここでは省略し、TFT基板17の液晶に面する側の表面には、ここでは省略し、TFT電極をなすゲート電極31、CS電極(積容量電極)35、総線膜43、40、データバスラインをなす電極、画素電極をなすITO膜13、及び等ピッチで平行な突起20Bが形成される。なお、TFT基板でも更に垂直配向層が形成されるが、ここでは省略し、参照番号41と42は、それぞれTFTのソースとドレインである。本実施例では、突起20Aと20BはTFT平坦化材(ボジ型レジスト)で作成した。

【0035】図14の(1)に示すように、突起パターン20Aと20Bは、それぞれ1方向に延びる等ピッチで配置された平行なパターンであり、半ピッチずれて配置されている。従って、図14(2)に示すような構造が実現され、図9で説明したように、2つの領域に配向が分割される。図15に示すように、一般にカラー表示の液晶表示装置では、R、G、Bの3つの画素で1つのカラー画素が形成される。カラー画素が上下同じビッチで配列されるように、R、G、Bの各画素の横幅を縦幅の約1/3にしている。画素は画素電極の範囲であり、配列された画素電極の間には、横方向にゲートバスライン(突起20Bの下に隠れている。)が、縦方向にデータバスライン32が設けられており、ゲートバスライン31とデータバスライン32の交点付近にTFT33が設けられ、各画素電極が接続される。各画素電極13のゲートバスライン31とデータバスライン32とTFT33の対向面には遮光のためのブラックマトリクス34が設けられている。参照番号35は、表示の安定のために設けられる補助容量を形成するためのCS電極を示し、CS電極は遮光性があるため、画素電極13のCS電極の部分は画素として作用しない。従って、画素は上側の13Aと下側の13Bの部分に分けられる。

【0036】画素13Aと13B内では、それぞれ突起20Aが3本走り、突起20Bが4本走り、突起20Bが上側に、突起20Aが下側に位置する第1の領域と、突起20Aが上側に、突起20Bが下側に位置する第2の領域がそれぞれ3個ずつ形成される。従って、画素13Aと13Bを合わせた1つの画素では、第1と第2の

領域がそれぞれ6個ずつ形成される。

【0037】図16に示すように、液晶パネルの周辺部においては、一番端の画素の外側にも突起パターン20Aと20Bが設けられ、また突起パターン20Aと20Bは一番端の画素の外側にもまで延びている。これは最外部の画素について、内部の画素と同じように配向分割が行われるようにするためである。また、図18は、第1実施例の液晶パネル10における液晶の注入口の位置を示す図である。後述するように、液晶パネルの組み立て工程で、CF基板とTFT基板を貼り合わせた後、液晶を注入するが、VA型TFT方式のLCDはセル厚が狭く、液晶注入の時間が長くなるが、突起を設けたため一周液晶注入の時間が短くなる。液晶注入の時間をできるだけ短くするには、図18の(1)に示すように、周期的に平行に配置された突起20の配列方向の垂直な辺に、液晶の注入口102を設けることが望ましい。なお、参照番号101はシール線である。

【0038】また、液晶を注入している時に、他の部分に設けた排気口103からパネル内の気体を排気すると内部の圧力が低下して液晶の注入が容易になる。排気口103についても、図18の(2)に示すように、注入口102の反対側の辺に設けることが望ましい。第1実施例で、実際に製作したものを触針式顕微鏡で測定した形状を図19に示す。図示のように、基板の上に形成されたITO電極12と13の間隔はスペース45により3.5 μ mになるように規制されている。突起20Aと20Bは、高さ1.5 μ m、幅が5 μ mで、上下の突起20Aと20Bが1.5 μ m離れて配置されている。従って、同じITO電極上に形成される隣接する突起の間隔は30 μ mである。

【0039】第1実施例のパネルに中間の電圧を印加し、図9で説明した結果では、非常に安定した配向が得られた。更に、第1実施例のパネルでは応答速度が非常に改善した。図20と図21は、第2実施例のパネルにおいて、印加電圧と上下の突起の間隔をパラメータとして変化したときの応答速度を示す図であり、図20の(1)はオン速度(0 \rightarrow 5V)を、(2)はオフ速度(5 \rightarrow 0V)を、図21はオン速度とオフ応答を加えたスイッチング速度を示す。図20及び図21に示すように、立ち下がり時間 τ_{off} は間隔にほとんど依存しないが、立ち上がり時間 τ_{on} は大きく変わる。間隔が小さくなればなるほど応答速度は速くなる。なお、このセルのセル厚は3.5 μ mであったが、この間隔の実用な長さはセル厚によって多少異なる。すなわち、セル厚が薄い場合には広がり、セル厚が厚くなると狭くなる。間隔がセル厚の100倍程度まであれば液晶は十分に配向することを実際に確認した。

【0040】いずれにしても、第1実施例のパネルでは十分なスイッチング速度が得られた。例えば、突起の間隔を15 μ m、セル厚3.5 μ mの時の0 \rightarrow 5Vの応答速

度は、オン時間 τ_{on} が9msで、オフ時間 τ_{off} が6msで、スイッチング速度 τ は15msであり、超高速スイッチングが可能である。図22から図24は、第2実施例のパネルの視角特性を示す図である。図22は視角によるコントラストの変化を2次元的に示しており、図23と図24は8階調の表示輝度の視角に対する変化を示しており、図23の(1)は方位角90°における変化を、(2)は方位角45°における変化を、(3)は方位角0°における変化を、図24の(1)は方位角-45°における変化を、(2)は方位角-90°における変化を示している。図22においては、斜線*における変化を示している。図22においては、斜線の部分がコントラストが10以下の領域を、2重斜線の部分がコントラスト5以下の領域を示す。図示のように、概ね良好な特性が得られたが、上下2分割であるため、第1実施例のように完全に左右上下均等な特性ではない。上下方向では左右方向に比べ多少コントラストの低下が大きい。左右方向では、上下方向に比べてコントラストの低下は少ないが、図23の(3)に示すように、30°付近で黒の階調反転が発生する。偏光板は吸収軸が45°、135°となる組み合わせで張りつけるので、斜め方向の視角特性は非常に良い。このままでもTN方式における反転に優れているが、IPS方式より視角特性の面で若干劣っている。しかし、第1実施例のパネルに位相差フィルムを一般配置することで、視角特性を一段改善してIPS方式以上とすることが可能である。図25と図26は、第1実施例のパネルに位相差フィルムを使用した場合の視角特性を示す図であり、それぞれ図22と図23に対応する図である。図示のように、視角によるコントラストの低下が劇的に改善され、左右方向の階調反転もなくなった。逆に上下方向で白の表示における階調反転が発生しているが、一般的に白の表示における反転は人間の目にはほとんど分からないため劣化品質としてはあまり問題にならない。このように位相差フィルムを使用することにより視角特性、応答速度、製造の難易度のすべての面において、IPS方式を上回る特性が得られた。

【0041】第1実施例の構成で、各種の変形を行った。上記した以外のパラメータを変化させて最適な条件について検討した。突起の場合、黒表示すると突起部分で光が漏れる。図27はこの突起部分での漏れ光の発生を説明する図である。図示のように、下層基板の電極13で突起20が設けられた部分に垂直に入射した光は、突起20の斜面では液晶分子が図示のように斜めに配向しているため、光はある程度透過し中間層表示になる。これに対して突起の頂点部分では液晶分子は垂直方向に配向しており、頂点部分からは光が漏れない。これは上層基板の電極12についても同様であり、黒表示の場合、突起部分では部分の頂点部分に中間層表示と黒表示が現われることになる。このような部分的な表示の差は微視的であり肉眼では判別できないが、全体の表示は平均し

た表示強度になり、黒表示の表示強度が若干低下してコントラストを低下させる。従って、突起を可視光を通過させない材料で作ることにより、コントラストを向上させることができる。第1実施例でも、突起も可視光を通過させない材料で作ることにより、コントラストを一層向上させることができる。

【0042】突起の間隔を変化させたときの応答速度の変化については図20と図21に示したが、突起の高さについても変化させて特性の変化を測定した。突起を形成するレジストの幅と間隔はそれぞれ7.5 μ mと15 μ m、セル厚は約3.5 μ mとし、レジストの高さを、1.537 μ m、1.600 μ m、2.3099 μ m、2.4486 μ mとし、実験装置で透過率とコントラストを測定した。その結果を図28と図29に示す。また、この結果から、白状態(5V印加時)における透過率の突起(レジスト)の高さに対する変化を図30に、黒状態(電圧無印加時)における透過率の突起(レジスト)の高さに対する変化を図31に、コントラストの突起(レジスト)の高さに対する変化を図32に示す。レジストが高くなるとそれに応じて白状態(電圧無印加時)の透過率も増加する。これは液晶を傾斜させるための補助的な役割を担う突起(レジスト)が大きい。液晶分子がより垂直に傾けるためであると思われる。黒状態(電圧無印加時)での透過率(漏れ光)もレジストの高さが増えれば増すほど増加する。これは黒のレベルを落とす方向に作用するためあまり好ましくない。この漏れ光の原因は図27で説明する。突起(レジスト)の真上、間隔部では液晶分子が基板表面に対して垂直である。この箇所からは光漏れは発生しない。しかし、突起の傾斜が高くなればこの傾斜部の面積も増え、漏れ光が増加する。

【0043】従って、コントラスト(白輝度/黒輝度)はレジストが高くなるほど低下する傾向にある。しかし、もともとコントラストが高いため、セル厚と同じ高さまで増加したとしても良好な表示ができる。この場合、後述するように、突起(レジスト)にパネルスベールを設けることができる。これらの結果に基づいて、高さが0.7 μ m、1.1 μ m、1.5 μ m、2.0 μ mの突起を有するTFT基板とCF基板を用いた5型の液晶ディスプレイを試作した。上記の実験の結果における傾向が実際に製作した液晶パネルにも現れたが、実際の画素においては、どの条件で製作したパネルでもコントラストの低下は問題にならないレベルであり、良好な表示が得られた。これは、元々高コントラストなパネルであるため、多少コントラストが低下しても人間の目には判別できないと思われる。また、液晶が配向する突起の高さの小さい側の境界を見極めるため、突起の高さが0.7 μ mのパネルも製作したが、全く正常な表示が得られた。従って、突起(レジスト)は、

19

0. 7 μm 以下の薄い厚度であっても十分に液晶分子を配向させることが可能である。

【0044】図33は、第2実施例の突起パターンを示す図である。図15に示したように、第1実施例では、突起は直線状であり、突起は画面の短辺の辺に垂直な方向に延びていて、第2実施例では、突起は画面9の短辺に延びていて、第2実施例では、突起は画面9の短辺に延びる方向に延びるようになっている。TFT基板17側には突起は設けられ、従って、各画面内において、図7側には突起は設けられ、図255の(2)に示す品は2つの方向に配向される。図255の(2)に示すように、画面の中央では突起20Aによってドメインが分割される。また、画面電極13の周囲では画面電極のエンタがドメイン規制手段として働くので、安定した配向分割が行える。この変形例では、画面当り1本の突起が設けられるだけであり、突起20Aと画面電極13のエンタとの距離が長いので、応答速度は第2実施例より低下するが、突起は基板の一方に設けられるだけであり、製造工程が簡単である。更に、画面内で突起の占める面積が小さいので、表示輝度を高くできる。

【0045】図256は、第2実施例の別の変形例の突起パターンを示す図である。CF基板16側の電極12の上に設けられる突起20Aを、画面9の中心に設ける。TFT基板17側には突起は設けられ、従って、各画面内において、図7側には突起は設けられ、図255の(2)に示す品は2つの方向に配向される。図255の(2)に示すように、画面の中央では突起20Aによってドメインが分割される。また、画面電極13の周囲では画面電極のエンタがドメイン規制手段として働くので、安定した配向分割が行える。この変形例では、画面当り1本の突起が設けられるだけであり、突起20Aと画面電極13のエンタとの距離が長いので、応答速度は第2実施例より低下するが、突起は基板の一方に設けられるだけであり、製造工程が簡単である。更に、画面内で突起の占める面積が小さいので、表示輝度を高くできる。

【0046】第1実施例及び第2実施例では、一方に延びる直線の突起を多数平行に設けたが、この突起により生じる配向分割は主に2つの領域であり、液晶分子が配向した時の方位は2つの領域で180°異なることに、これでは基板に垂直な配向する方位を含む面内の成分については図9に示したように中間層の視角特性が改善されるが、それと垂直な成分については、図7に示したような問題が生じる。そのため、配向分割は4方向であることが望ましい。

【0047】図34は、第3実施例の突起パターンを示す図である。図34に示すように、第3実施例では、一面9内に、縦方向に延びる突起パターンと、横方向に延びる突起パターンを設ける。ここでは一面9の上半分には縦方向に延びる突起パターンを、下半分には横方向に延びる突起パターンを設けている。これであれば、縦方向に延びる突起パターンにより、横方向に180°異なる方位で2つの領域に配向分割され、横方向に延びる

20

突起パターンにより、縦方向に180°異なる方位で2つの領域に配向分割されるので、一面9内で4方向に配向分割されることになる。従って、液晶パネルとした場合には、上下方向と左右方向の両方向の視角特性が改善されることになる。なお、第3実施例では、突起パターン以外は、第1実施例と同じである。

【0048】図35は、第3実施例の突起パターンを変形した例を示す図であり、一面9の左半分には横方向に延びる突起パターンを、右半分には縦方向に延びる突起パターンを設けている点が図34の突起パターンと異なる。この場合も、図34の突起パターンと同様に、一面9内で4方向に配向分割されることになり、上下方向と左右方向の両方向の視角特性が改善されることになる。

【0049】第1から第3実施例では、配向分割を生じさせるドメイン規制手段として突起を使用したが、図36に示すように、突起の頂上部分においては液晶分子の配向は何ら規制されない。そのため、突起の頂上部分においては、液晶の配向が制御されず、表示品質を低下させる。第4実施例は、このような問題を解決する例である。

【0050】図37は、第4実施例の突起形状を示す図であり、他の部分は第1から第3実施例と同じである。第4実施例では、図37の(1)に示すように、突起20を一部にテーパを有する形状とする。テーパ部分の間隔は50 μm 程度（あるいは50 μm 以下）でよい。このような突起パターンを作成するためには、突起パターンのボジレジストで形成し、スライエッチングで、突起及びテーパを形成する。これであれば、突起の頂上部分においても配向が制御される。

【0051】また、第4実施例の変形例では、図37の(2)に示すように、突起20の上にテーパを有する突起46を更に設ける。この場合も、テーパ部分の間隔は50 μm 程度（あるいは50 μm 以下）でよい。このような突起パターンを作成するためには、突起パターンをボジレジストで形成し、スライエッチングで、突起20を形成する。更に突起の半分程度の厚さのボジレジストを形成し、スライエッチングで突起20の上のテーパの付いた突起部分46を覆す。これで、図38に、突起の頂上部分においても配向が制御される。図38は、第5実施例におけるパネル構造を示す図であり、(1)は斜めから見た状態を模式的に示す図であり、(2)は側面図である。第5実施例は、図12の(3)の構造に対応する例である。一方の基板の表面に形成した電極12にはボジレジストで突起20Aを図示するように形成し、他方の基板の電極13にはスリット21を設けて、図9に示したように、縦方向に延びる突起パターンを、下半分には横方向に延びる突起パターンを設けている。これであれば、縦方向に延びる突起パターンにより、横方向に180°異なる方位で2つの領域に配向分割され、横方向に延びる

21

【0052】液晶表示装置の商業的な成功を決定する重要な要件にコストの問題がある。上記のように、VA方式の液晶表示装置にドメイン規制手段を設けることにより表示品質が向上するが、ドメイン規制手段を設ける分コストが高くなるという問題があり、低コストでドメイン規制手段を有することが必要である。そこで、第5実施例では、突起パターンを有するTFT基板17側のドメイン規制手段を画面電極13のスリットとし、対向するカラーフィルタ基板16側のドメイン規制手段を突起とする。

【0053】電極上に突起を設ける場合、フォトレジストを塗布した後パターン露光して現像した後、エッチングする必要がある。そのためエッチングがコストが増加すると共に、歩留りも低下するという問題がある。これに対して、画面電極13はパターンニングして形成する必要があり、スリット21を有する画面電極を形成してもエッチングが必要ではない。そのため、TFT基板側では、突起よりスリットをドメイン規制手段とした方がコストが低い。一方、カラーフィルタ基板(CF基板)の対向電極は通常ベタ電極であり、対向電極にスリットを設ける場合には、上記のようなパターンニングしたフォトレジストを現像した後エッチングする工程が必要であるが、対向電極上に突起を形成する時には現像したフォトレジストがそのまま使用できるので、突起を形成する方がコストの増加が少ない。従って、第5実施例の液晶表示装置のように、TFT基板側のドメイン規制手段を画面電極のスリットとし、カラーフィルタ基板側のドメイン規制手段を突起とすることにより、コストの増加を小さくできる。

【0054】画面電極にスリットを設けて突起の部分に配向分割した場合、各部分電極には同じ信号電圧を印加する必要がある。この電圧の接続部分を画面電極と同一層に設ける場合には、後述するように、電気的接続部では液晶の配向が乱れるので、視角特性が低下する上、パネルの表示輝度や応答速度が低下するという問題が生じる。

【0055】そこで、第5実施例では、図39に示すように、電気的接続部分をBM34で遮光することにより、両方に突起を設けた場合と同等の輝度、応答速度を得ている。本実施例では、画面の中央部にCS電極35が設けられており、CS電極35は遮光性であるため、画面が上下2つの部分に分割される。参照番号34AはBMによる上側の開口を示し、34BはBMによる下側の開口を示し、開口の内側が光を透過させる。

【0056】ゲートバスライン31やデータバスライン32などのバスラインは基板材料で作られるため遮光性を有する。安定した表示を行うためには、画面電極はバスラインと重ならないように形成する必要がある。また、T電極とバスラインの間を遮光する必要がある。また、T

22

F T 3 3は、特に動作半導体としてアモルファスシリコンを用いている場合には、光の入射により素子特性が変化し、該動作が起きることがあるため、TFTの部分が遮光する必要がある。そのため、従来からこれらの部分を遮光するためのBM34が設けられており、本実施例では電気的接続部分が画面の周辺部に設けられるため、BM34で遮光することができ、また、電気的接続部分を遮光するためのBMを新たに設ける必要はなく、従来のBMXは若干BMを広げるだけでよい。開口率の低下も問題にならない程度である。

【0057】第5実施例のパネルは2分割方式であったが、各種の特性は基本的には第1実施例とまったく同じであり、視角特性もTN方式に比べて大幅に改善された。更に、位相差フィルムを使用することで第1実施例のペナルと同じ視角特性になる。応答速度は片側にスリットによる斜め電界を使用しているため第1実施例より若干遅いが、それでもオン速度 τ_{on} が8msで、オフ速度 τ_{off} が9msで、スイッチング速度 τ は17msであり、従来方式に比べはるかに高速である。製造プロセスは第1実施例に比べて簡単である。

【0058】ここで、参考として液晶電極にスリットを設け、対向電極はベタ電極とした液晶表示装置を試作した時の結果について説明する。画面電極には、2方向のスリットが複数設けられ、画面内に4方向のドメイン領域が多量に形成されるため、ほぼ360°全方位に配向した安定した配向が得られた。従って、視角特性は非常に良好であり、360°全方位で均等な画質が得られた。しかし、応答速度は改善されず、オン速度 τ_{on} が4.2msで、オフ速度 τ_{off} が15msで、それらを合計したスイッチング速度は57msであり、あまり改善されなかった。スリットの間隔を減らせば、応答速度は更に低下する。これはスリットの間隔を減らせばその分ドメイン領域が大きくなり、ドメイン領域内のすべての液晶分子が同じ方向に配向するまでに時間がかかるためと思われる。

【0059】従って、ドメイン規制手段としてスリットのみを使用する構成は、工程が簡略にできるという利点があり、静止画面を主とする表示には問題ないが、IPS方式同様、動画表示には十分とはいえない。第5実施例では、電圧を印加した時に所々に配向が安定しない部分が存在していることが分かった。その理由を図40と図41を参照して説明する。図40は、電気的接続部分における液晶の配向分布を説明する図であり、突起20Aとスリット21が平行に設けられている部分では、上から見て突起及びスリットの並びの方向に垂直な方向に液晶が配向するが、電気的接続部分では異なる方向に配向される液晶分子14aが存在し、配向異常が生じる。そのため、図41に示すように、突起20Aと電極スリット21との間隙部分では液晶分子は突起20A及びスリット21に対して垂直方向（図の上下方向）に配向す

るが、突起の頂上及びスリットの中央付近では液晶分子は垂直方向でなく、水平方向に配向する。突起の傾斜及びスリットによる斜め電界は液晶を图中的上下方向に制御することはできないが、左右方向には制御できないため、突起の頂上及びスリットの中央付近では視方向にラゲッドなドメイン47が発生することが顕微鏡による観察で確認された。突起の頂上のドメインは斜角でないほど小さいので問題にならないが、このような配向異常が生じる部分では、傾度が低下する上、黒から白への変化時に白が一且より明るくなって現象として見える場合がある。次の第6実施例では、この問題を解決する。

【0060】第6実施例のパネルは、第5実施例のパネルにおける突起20Aとセル電極13のスリット21の形状を変更したものである。図42は、第6実施例における突起20Aとセル電極13をパネルに垂直な方向から見た時の基本的形状を示す図である。図示のように、突起20Aをジグザグに屈曲させており、それに伴ってセル電極13のスリット21もジグザグに屈曲させている。これにより、図43に示すように規則的に4分割されたドメインが生成される。従って、第5実施例で問題となった向角異常を解消できる。

【0061】図44は第6実施例の面素電極の形状を示す平面図であり、図45は第5実施例の面素電極の形状を示す図であり、図46は図44のA-A'で示す部分の断面図である。図44及び図46に示すように、第6実施例のLCDでは、一方のガラス基板16には、遮光用のブラックマトリクス(BM)34と各分離フィラメント(カラークラフト)39が形成され、その上に一面にコンタクト電極12が形成され、更に、ジグザグの突起列20Aが形成されている。他方のガラス基板17には平行に形成された複数のスキャンバスライン31、32、33が形成され、突起列20Aが形成された領域に平行に形成された複数のデータバスライン32、33が形成され、その上にマトリクス状に形成されたTFT33及び面素電極13が形成されている。スキャンバスライン31はTFT33におけるゲート電極を形成し、データバスライン32はTFT33におけるドレイン電極42に接続される。また、ソース電極41はデータバスライン32と同じ層であり、ドレイン電極42と同時に形成される。スキャンバスライン31とデータバスライン32の間には、ゲート絶縁膜、a-Si活性層及びチャネル保護膜が所定の部分に形成され、更に面素電極13の層上には絶縁膜が形成され、データバスライン32に相当するITO膜が形成される。面素電極13は、図45に示すような1:3の長方形であり、辺に対して45°傾いた方向に複数のスリット21が設けられている。更に、各面素電極13の電位を安定化するため、CS電極35を設けて補助電流を形成する。ガラス基板17はTFT基板と呼ばれる。

【0062】図示のように、CF基板の突起20Aと

TFT基板のスリット21は、それぞれの配列ピッチの1/2だけずれて配置されており、基板の傾斜が逆であるが、図12の(3)に示すような突起とスリットの位置関係が実現され、液晶の配向が4方向に分割される。前述のように、面素電極13は、ITO膜を成膜した後その上にフォトリソレジストを塗布して電極のパターンを露光して現像した後エッチングすることにより形成される。従って、スリットの部分を除くようにパターンニングすれば、従来と同じ工程でスリットを形成することができ、コストは増加しない。

【0063】第6実施例では、図45に示すように、面素電極13の周辺部131、132及び133の部分は電極を覆って電気的接続部分としている。前述のように、電気的接続部分では液晶の配向が乱れるので、第6実施例では、図45に示すように、電気的接続部分を面素電極13の周辺部に設け、上側開口34Aと下側開口34Bを有するBMを使用し、BMとCS電極35で電気的接続部分を遮光することにより両方に突起を設けた場合と同等の厚度、応答速度を得ている。

【0064】図47と図48は第6実施例における視角特性を示す図である。このように、視角特性は非常に良好であり、配向異常もほとんど認められなかった。また、応答速度はスイッチング速度 t が17.7msで、超高速スイッチングが可能である。図49は面素電極のパターンの変形例であり、図49の(1)のような面素電極13に対して、(2)のようなBM34を形成する。なお、面素電極のパターンは各種の変形例が考えられ、例えば、スリットの両側の傾斜に電気的接続部分を設けて、各部分電極間の抵抗を小さくするようにしてもよい。

【0065】なお、第5及び第6実施例において、CF基板16の対向電極12の上に設けた突起の替わりにスリットを設けて、両方のドメイン制御手段をスリットすることも可能であるが、その場合には前述のように応答速度が低下する。第6実施例では、電気的接続部分は部分電極と同じ層であったが、別の層に形成することもできる。第7実施例はそのような例である。

【0066】図50は、第7実施例における面素電極のパターン及び構造を示す図である。第7実施例は、データバスライン32形成時に同時に接続電極132を形成し、絶縁層135に分割された面素電極13と接続電極134を接続するコンタクトホールを形成する以外は、第6実施例と同じである。なお、本実施例では、接続電極134をデータバスライン32と同時に形成した。ゲートバスライン31あるいはCS電極35と同時に形成してもよい。なお、バスラインの形成とは別個に接続電極を形成してもよいが、この場合は接続電極形成用の工程を新たに設ける必要があり、その分析が増加することになる。工程の簡略化のためには、接続電極はバスラインやCS電極の形成時に同時に形成すること

が望ましい。

【0067】第7実施例では、第6実施例に比べて、配向異常の原因となる接続電極を液晶層から遠ざけることができるので、配向異常を更に低減できる。なお、接続電極を遮光性の材料で形成すれば、その部分は遮光されるので、液晶品質は更に向上する。図51は第8実施例の面素電極の平面図であり、図52は図51のA-A'の部分の断面図である。第8実施例は、面素電極13のスリット内に突起20Cを形成した以外は、第6実施例と同じである。電極のスリットも電極の上に設けられた絶縁性の突起と液晶の配向領域を規定する。第8実施例のように、スリット21内に突起20Cを設けた場合、スリット21と突起20Cによる液晶の配向方向は一致しており、突起20Cはスリット21による配向の分割を補助し、より安定させるように働く。従って、第6実施例より配向が安定し、応答速度も向上する。図52に示すように、突起20Cは、CS電極35、ゲートバスライン31及びデータバスライン32とそれぞれ形成する時に同時に形成された層を重ねることで実現される。

【0068】図53と図54は、第8実施例のTFT基板の製造方法を説明する図である。図53の(1)に示すように、ガラス基板17にゲート層の金属(メタル)膜311を成膜する。(2)でフォトリソグラフィ法で、ゲートバスライン31、CS電極35及び突起20Cに相当する部分312を露す。(3)でゲート絶縁膜313、a-Si活性層、チャネル保護膜313を連続成膜する。(4)で背面露光などにより自己整合的にチャネル保護膜5及び突起20Cに相当する部分314を露す。図54の(5)でコンタクト層とソース・ドレイン層のメタル321を成膜する。(6)でフォトリソグラフィ法でソース電極41、ドレイン電極42を形成する。この時、スリットの両側の突起20Cに相当する位置にもメタル膜を露す。(7)でパッシベーション層331を成膜する。(8)でソース電極36と面素電極とのコンタクトホール333を形成する。(9)でITO膜341を成膜する。(10)でフォトリソグラフィ法で面素電極13を形成する。この時、スリットを露す。

【0069】以上のように、本実施例では、面素電極13のスリット21内に突起20Cを形成しているが、従来に比べて工程の増加はなく、突起20Cによって一層配向が安定するという効果が得られる。なお、本実施例では、面素電極のスリット内の突起を、ゲートバスライン層、チャネル保護膜及びソース・ドレイン層の3層を重ねて突起としたが、このうち1層で又は2層を組み合わせて突起を形成するようにしてもよい。

【0070】図55は、第9実施例における突起20Aと20Bをパネルに垂直な方向から見た時の形状を示す図であり、図56は第9実施例の面素電極の平面図を示す図である。本発明の第9実施例のパネルは、第1

実施例のパネルにおける突起20Aと20Bの形状を、第6実施例のようにジグザグに屈曲させ、4分割の配向が得られるようにした。屈曲している部分の間隔は突起面の方向が90°ずつ異なっており、液晶分子は突起の表面に垂直な方向に配向するので、4分割の配向が得られる。具体的に、液晶層の厚さ(セル厚)が4.1μmであり、CF基板の突起20Aの幅が10μmであり、ガラス基板17、TFT基板の突起20Bの高さが1.4μmであり、TFT基板の突起20Aと20Bの間隔(図で45°傾いた方向の間隔)が27.5μmであり、面素電極(面素電極ピッチ)が99μm×297μmの条件のパネルを製作した。その結果、応答速度は第1実施例と同じであり、視角特性は第6実施例の特性と同じで、上下左右等非常に良好な特性であった。突起の最適な幅、高さ、間隔は、それらが相互に深く関係すると共に、突起材料も関与し、更に配向材料、液晶材料、及びセル厚など等の条件によっても変ってくる。

【0071】第9実施例のパネルでは、液晶の傾斜方向を主として4つの方向に制御できる。図55でA、B、C、Dで示した部分がこの4つの方向に制御される領域を示すが、その1領域内の比率が均等ではない。これは突起パターンを連続したもにして、突起パターンが各面素と同じ位置に配置するため、突起パターンの繰り返しピッチを面素の配列ピッチに合わせているためであり、実際に図47と図48に示す視角特性が得られており、視角特性に配向分割の領域の不均等性は現れていないが、あまり好ましい状態とはいえないので、図55の突起パターンを基板全面に面素ピッチを無視して形成した。そのレジストの幅は7μm、レジスト間隔は15μm、レジスト高さ1.1μm、セル厚3.5μmとし、TFT基板とCF基板を用いて15型の液晶ディスプレイを試作した。ゲートバスライン、データバスラインなどの干渉パターンが若干見られたが、概ね良好な表示が得られた。レジストの幅を15μmレジスト間隔を30μmまで増加させたがほぼ同様の結果であった。従って、突起の幅、繰り返しピッチを面素ピッチより十分小さな値とすることで、面素法を再現して突起パターンを形成しても良好な表示が得られ、なお且つ設計の自由度が広がることになる。干渉パターンを完全になくすには突起又は液晶のピッチのくり返しピッチは面素ピッチの整数分の1又は整数倍に設定することと解決できる。同時に突起のサイクルも面素の周期を考慮し、設計が必要であり面素ピッチの整数分の1又は整数倍が好ましい。

【0072】なお、第9実施例で、突起パターンを図57に示すように連続しないものにしたが、1面素内で4つの方向に制御される領域の比率が均等になることができない。しかし、これであっても製造上は特に問題はない。しかし、突起パターンが連続しないため、そのエ

27
ジ部分で液晶の配向方向が与えられるため、光漏れなどの表示品質の低下を生じる。このような点からも、図55のようになり、突起パターンを繰り返して液晶の配列ピッチに合わせて、連続した突起パターンにすることが望ましい。

【0073】第9実施例においては、ドメイン規制手段として電極12、13上にジグザグに屈曲した誘電体の突起を設け、これにより液晶の配向方向を規制している。前述のように、電極にスリットを設けると、そのエッジ部分に斜め電界が生じて突起と類似のドメイン規制手段として働く。面電極の電圧についても同様に斜め電界を発生する。そのため、面電極の電圧による液晶もドメイン規制手段として考慮する必要がある。図58は、この現象を説明する図であり、ここでは垂直方向から若干傾いた傾斜面電圧の場を示している。図58の(1)に示すように、電圧を印加しない時には、各液晶分子14は、ほぼ垂直に配向している。電極12と13の間に電圧を印加すると、電極13の周辺に発生し、液晶分子14はこの電界に垂直な方向に傾く。一方の電極は面電極であるが、他方の電極は表示面電極であり、表示面電圧に分離しているため、その周縁(エッジ)部では、図58の(2)に示すように、電界8の方向が傾斜する。液晶分子14は電界8の方向に垂直になる方向に傾斜するため、図示のように面電極の中心部とエッジで液晶の傾斜方向が異なり、リバースチルトと呼ばれる現象を発生させる。このリバースチルトが発生すると、表示面電圧領域内にジュリーレン組織が形成され、表示品質が低下する。

【0074】このようなリバースチルトの発生は、第9実施例のように面電極エッジに対して斜めの土手をジグザグに設ける場合も同様である。図59は、第9実施例のジグザグに屈曲した突起パターンを設けた構成において、ジュリーレン組織が観察された部分51を示す図である。また、図60は、ジュリーレン組織が観察された部分51の付近を拡大した図で、電圧印加時の液晶分子14の傾斜方向が示されている。この例では、突起材料としてTFTが形成される面電極基板と共通電極が形成された対向基板で、異なる材料で突起を形成し、その上に垂直配向膜を印刷してラビング処理せずとも超ミレタ、セル厚は3.5 μm とした。ジュリーレン組織が観察された部分51は、電圧印加時、斜め電界による配向規制力で倒された液晶分子の傾斜方向が、突起による配向規制力と大きく異なる箇所である。これがコントラスを低下させ、応答速度を低下させ、表示品質を低下させる原因になる。

【0075】また、第9実施例のジグザグに屈曲した突起パターンを設けた液晶表示装置を駆動した場合、表示面電圧の一部において、表示が暗くなった、動面やカーソル移動などのような表示においては少し前の

表示が映って見える現象が発生した。図61は、第9実施例の液晶パネルにおいて、面電圧で黒く見える領域を示す図である。この領域では電圧印加時の配向状態の変化が非常に遅いことが分かった。

【0076】図62の(1)は図61におけるA-A'の断面図であり、図62の(2)はB-B'の断面図である。図61に示すように、A-A'の断面では、左側のエッジ付近に黒く見える領域があるが、右側のエッジ付近には黒く見える領域はない。これに対応して、図62の(1)に示すように左側のエッジ付近では、斜め電界による配向規制力で倒された液晶分子の傾斜方向と突起による配向規制力方向は一致している。同様に、B-B'の断面では、右側のエッジ付近に黒く見える領域があるが、左側のエッジ付近には黒く見える領域がなく、これに対応して、図62の(2)に示すように右側のエッジ付近では、斜め電界による配向規制力で倒された液晶分子の傾斜方向と突起による配向規制力方向は一致している。

【0077】以上のように、電圧印加時、表示面電極のエッジの斜め電界による配向規制力で倒された液晶分子の傾斜方向が、突起による配向規制力と大きく異なる箇所が、表示品質の劣化の原因であることが分かる。また、突起パターンを設けた構成の液晶表示装置を駆動した場合、面電圧でバスライン(ゲートバスライン、データバスライン)近傍において、表示品質の劣化が見られた。これは、バスライン近傍で好ましくない微小傾斜(ドメイン)が発生し、その発生に伴い液晶の配向が乱れ、応答速度が低下するためである。これにより、中間画における短時間特性の低下や色特性の低下などの問題が発生している。

【0078】図63は、第10実施例のLCDにおける突起の基本配置を示す図である。図63に示すのはセル電極13により規定される範囲であり、ここではこの部分を表示領域と呼び、それ以外の部分を非表示領域外と呼ぶことにする。通常、表示領域外部分にはバスラインやTFTが設けられるが、金属材料で作られたバスラインは透光性を有するが、TFTは光を透過させる。そのため、TFT、及びセル電極とバスラインの間部分にはブラックマトリクス(BM)と呼ばれる透光部材を設ける。

【0079】第10実施例では、CF基板16の対向(共通)電極12上の表示領域外の部分に突起20Aを設け、面電極13のエッジにより生じる斜め電界による配向規制力とは異なる方向に配向規制力を生じようようにしている。図63の(1)は電圧印加時の状態を

29
示し、垂直配向処理が行われているので、液晶分子14は電極12、13及び突起20Aの表面にほぼ垂直に配向する。電圧を印加すると、図63の(2)に示すように、液晶分子14は電界8に垂直になる方向に配向する。表示領域外では面電極13がないため、面電極13のエッジ近傍から表示領域外にかけて、電界は斜めになる。この斜め電界のため、液晶分子14は図58の(2)に示すように表示領域内の配向と異なる方向に配向しようとするが、突起20の配向規制力により図63の(2)に示すように、表示領域内の配向と同じ方向に配向することになる。

【0080】図64は、第10実施例における突起パターンを示す図である。また、図65は、図64で囲んだ部分を拡大した図である。第10実施例では、第9実施例において図63の基本配置を実現するため、補助突起を設けている。VA方式で、ドメイン規制手段としてジグザグに屈曲した突起列を設ける方式に適用した実施例における突起列のパターンを示す図である。図59と比較して明らかとなるように、ジュリーレン組織が観察された部分の近くに、新たに補助突起52を設けている。この補助突起52は、対向電極12の上に設けられる突起20Aに設けた部分であり、一体に形成される。補助突起52を設けた部分では、図63に示す関係が実現され、図65に示すように面電極のエッジ部分における液晶分子14の配向は表示領域内の配向と一致する。図59で観察されたジュリーレン組織は観察されず、表示品質が向上した。なお、図258は、図65における補助突起52を面電極13のエッジに設けるように設けた例を示す。この場合もジュリーレン組織は観察されなかった。

【0081】なお、第10実施例では、突起としてアクリル系透明樹脂を使用したため、黒色のものを使用することも可能であり、黒色のものを使用すれば突起部分での漏れ光が遮断できることが知られており、これを利用して3及び図64では、表示領域外に傾斜ドメイン規制手段として補助突起52を設ける例を示したが、突起の代わりに傾み(溝)を設けることも可能である。ただし、傾みはTFT基板側に設けることが必要である。

【0082】傾斜ドメイン規制手段は、適当な配向規制力を有するものであればどのようなものでもよい。例えば、配向膜に紫外線などの特定の波長を光を照射すると配向方向が変わることが知られており、これを利用して表示領域外の一部の配向方向を変化させることでも傾斜ドメイン規制手段を実現できる。図66は、紫外線の照射による配向方向の変化を説明する図である。図66の(1)に示すように、基板面に垂直配向膜を塗布し、そこに一方の方向からある角度、(2)では45°の方向から無偏光の紫外線を照射すると、液晶分子14の配向方向が垂直から傾斜方向に倒れることが知られている。

【0083】図67は、第10実施例の変形例を示す図であり、図64に示した傾斜ドメイン規制手段として補助突起52に付するTFT基板側の配向膜の部分3に突起54で示す方向から紫外線を照射した。これにより、部分53は、セル電極13のエッジにおける傾め電界の影響を相殺する方向に働く配向規制力を有するようになる。従って、図64に示した第10実施例と同様の効果が得られる。なお、図67では、TFT基板側には紫外線を照射したが、CF基板16側のみ、又はTFT基板とCF基板の両方に照射するようにしてもよい。なお、紫外線の照射方向は、照射条件による配向規制力の強度と、斜め電界による配向規制力のバランスにより最適に設定する必要があり。

【0084】傾斜ドメイン規制手段はセル電極のエッジで生じる斜め電界の表示領域内の液晶分子の配向への影響を低減し、表示領域内の液晶分子の配向を安定させるために設けるので、VA方式に限らず、他の方式にも適用可能である。ここで、ドメイン規制手段として働く突起及び傾みの面電極13のエッジに対する望ましい配置について考察する。図68は、面電極のエッジとドメイン規制手段として働く突起の基本的な位置関係の例を示す図である。図68の(1)に示すように、面電極13のエッジに突起20Bが配置されるようにする。図68の(2)に示すように、面電極13のエッジに突起20Aが配置されるようにする。図68の(3)に示すように、面電極13のエッジに対して、CF基板16側の突起20Aは表示領域の内側に、TFT基板17側の突起20Bは表示領域の外側に配置されるようにする。

【0085】図68の(1)と(2)では、面電極13のエッジ又は対向する部分に突起が位置され、突起により液晶の配向方向に傾斜がエッジで区別される。そのため、表示領域外の傾斜電界がどのようなであっても、表示領域内の傾斜には何ら影響を及ぼさなくなる。従って、表示領域内では安定した配向が得られ、表示品質が改善される。

【0086】図68の(3)の配置条件によれば、面電極13のエッジにおける斜め電界による配向規制力と突起による配向規制力の方向が一致するので、ドメインは発生せず安定した配向が得られる。なお、斜め電界による配向規制力とドメイン規制手段による配向規制力の方向を一致させる条件は、突起の代わりに傾みを使用する場合にも実現可能である。図69は、傾みで図68の(3)に相当する配置条件を実現した場合のエッジと傾みの配置を示す図である。すなわち、面電極13のエッジに対して、TFT基板17側の傾み23Bは表示領域の外側に、CF基板16側の傾み23Aは表示領域内に配置されるようにする。

【0087】図70は、第1実施例と同様にドメイン規制手段として直線状(ストライプ状)の突起列を設けた

LCDで、図68の(3)の条件を実現した突起列の配列を示す図であり、(1)に上側から見た平面図を、(2)に断面図を示す。図70の構成では、突起の高さは約2μm、突起の間隔は7μm、突起と突起の間隔は40μmとし、2枚の基板を貼り合わせた後において、TFT基板の突起とCF基板の突起が交互に配置される構造とした。なお、図68の(3)の条件が実現されたため、TFT基板17においては、突起が図68の(3)の間に配置されることになるが、図68の(3)の間にはゲートバスライン31が設けられているため、図68の(3)の間に配置される突起はゲートバスライン31上に位置することになる。

【0088】図70のLCDでは従来のようにならず、ないドメインは観察されず、スイッチング速度の違いが得られた。なお、図70において、図68の(3)の間に配置される突起20Bを面素電極13の間に配置すれば、図68の(1)の条件が実現され、その配置で突起20Aと20Bを逆の基板に配置すれば図68の(2)の条件が実現される。エッジ上又はエッジに方向する位置に配置される突起は、TFT基板17側に配置しても、CF基板16側に配置してもよいが、基板の貼り合わせのずれを考慮すると、TFT基板17側のセル電極13のエッジに形成することが望ましい。

【0089】図71は、別のパターン形状の突起で、図68の(3)の条件を実現した第11実施例のLCDにおける突起列の配列を示す図であり、(1)に上側から見た平面図を、(2)に断面図を示す。図71のように、セル電極13の間に基板の目のように突起の格子を配置し、更に、これと相似形の突起を各画素の内側に配列して図71の構成とした。このような突起パターンを使用すれば、各画素内において配列方向を4分割できる。ただし、各配列方向の割合を等しくすることはできない。この場合も、基板の目状の突起パターンは、セル電極13の間に設けられたゲートバスライン31とデータバスライン32の上に配置されることになる。

【0090】なお、図71においても、セル電極13間に配置される突起20BをTFT基板17のセル電極13のエッジ又はCF基板16のエッジに方向する部分に形成すれば、図68の(1)と(2)の条件が実現される。この場合も、突起はTFT基板17側のセル電極13のエッジに形成することが望ましい。図71では、長方形のセル電極に合わせた突起も長方形の格子状に形成した例を示したが、突起が長方形であるため各配列方向の割合を等しくすることはできない。そこで、第9実施例に示したようなジグザグに曲曲した突起列を使用することが考えられる。しかし、図59及び図61で説明したように、図64のようない突起を設けない限りセル電極13のエッジ付近で好ましくないドメインが発生する。このため、図72に示すように連続した突起でなく、各

画素13毎に独立した突起を使用することが考えられる。しかし、図72に示す突起20Aと20Bを形成した場合に、図68のTで示した部分で配向異常が生じ、配向制御部(TFT)33からの距離が異なるため、応答速度が低下する問題が生じる。長方形の画素に対してジグザグに曲曲した突起列で、図68に示した突起のセル電極のエッジに対する配置条件を、すべてのエッジで満たすことは不可能である。第12実施例ではこの問題が解決される。

【0091】図73は、第12実施例における面素電極13、ゲートバスライン31、データバスライン32、TFT33、及び突起20Aと20Bの形状を示す図である。図示のように、第12実施例では、面素電極13も突起20Aと20Bのジグザグに曲曲した形状に合わせ、配向制御部33が、この形状であれば、配向異常は発生せず、配向制御部33から面素電極13の端までの距離が等しいため、応答速度も改善できる。なお、第12実施例では、ゲートバスライン31も面素電極13の形状に合わせてジグザグに曲曲させる。

【0092】なお、ゲートバスライン31上に配置される突起は面素電極13のエッジ又はCF基板16のエッジに方向する部分に形成すれば、図68の(1)と(2)の条件が実現される。この場合も、突起はTFT基板17側の面素電極13のエッジに形成することが望ましい。但し、図68の条件が実現されるのは、ゲートバスライン31に平行なエッジのみで、データバスライン32に平行なエッジについては満足しない。そのため、この部分については、斜め電界の影響を受けることになり、図58から図61で説明した問題が生じる。

【0093】図74は、第12実施例の変形例の面素電極13、ゲートバスライン31、データバスライン32、TFT33、及び突起20Aと20Bの形状を示す図である。図73の第12実施例では、ジグザグにしたセル電極13の形状に合わせてゲートバスライン31もジグザグに曲曲した形状にしたが、セル電極13の形状を図74に示すようにすることで、ゲートバスライン31は直線である。図74では、突起20Aと20Bは、面素電極13の間に配置されるようにすることも可能である。なお、図74では、突起20Aと20Bは、面素電極13に独立しておらず、複数の画素に渡って連続した突起である。セル電極13の間の傾斜に上下方向に設けられているデータバスライン32の上には突起20Bが設けられ、図68の(3)の条件が実現されている。図74の配置において、ゲートバスライン32上に配置される突起はセル電極13のエッジ又はCF基板16のエッジに方向する部分に形成すれば、図68の(1)と(2)の条件が実現される。この場合も、突起はTFT基板17側のセル電極13のエッジに形成することが望ましい。

【0094】なお、図74の配置では、突起がゲートバスライン31に平行なセル電極13のエッジを横切って

いる。そのため、この部分については、斜め電界の影響を受けることになり、図58から図61で説明した問題が生じる。図75は、第12実施例の変形例を示す図である。図75に示した配置は、突起の図68の図素内で2回生じるようにしたものである。これにより、面素電極13の形状は、図74より長方形に近くなるため、表示が見やすくなる。

【0095】図76は、第13実施例のセル電極13、ゲートバスライン31、データバスライン32、TFT33、及び突起20Aと20Bの形状を示す図であり、図77は図76に示したA-A'断面とB-B'断面である。ジグザグに曲曲した突起列を有する場合、面素電極13のエッジ部分の斜め電界による影響を低減するため、第10実施例では表示領域外に面素電極ドメイン規制手段を設け、第12実施例では面素電極をジグザグに曲曲した形状にしたが、完全に影響をなくすることは難しい。そこで、第13実施例では、図59と図61に示すような配向が乱れ好ましくなくドメインが生じる部分をフラクタルリクス(BM)34で遮光して表示に影響しないようにする。

【0096】図76に示したA-A'の部分は斜め電界の影響を受けるので、従来と同様に図77の(1)に示すようにBM34を設け、B-B'の部分は斜め電界の影響が大きいので従来に比べてBM34の幅を広くして表示されないようにする。これであれば表示品質が低下することはないが、遮光やコンタクトの低下は生じない。しかし、BM34の面積は増大するため、開口率が減少して表示の明るさが低下する。しかし、BM34の増加する面積があまり大きくない問題は問題にはならない。

【0097】以上のように、第10実施例から第13実施例であれば、面素電極のエッジ部分での斜め電界の影響が低減できるので、表示品質が向上する。これまで説明した実施例では、ドメイン規制手段を設けることにより、電界の配向を分割しているが、ドメインの境界部分の配向は詳細に観察すると、ドメイン規制手段の部分でドメインが180°異なる方向に分割され、ドメイン間の境界部分(突起、窪み又はスリット上)には90°方位が異なる少数ドメインが存在し、微小ドメインも含めた各ドメインの境界(突起であれば突起のエッジ近傍)には斜め電界が存在することが分かった。このような斜め電界は、開口率の低下を招き、表示が暗くなってしまうという問題であった。前述のように、TFTを用いた液晶表示装置では、開口率を低下させる要因となるCS電極を設ける必要がある。他にもTFT部分や被上面素電極の周囲を遮光するフラクタルリクス(BM)を設けることで、できるだけ開口率の低下を招かないようにすることがある。

【0098】CS電極には補助容量(Storage Capacitor)が使用されることについては既に説明したが、こ

補助容量の作用と電極構造について簡単に説明する。

図78の(1)は、補助容量を有する液晶パネルにおける画素毎の回路を示す図である。図17に示すように、CS電極35はセル電極13との間に誘電体を介して、容量素子を構成する。CS電極35はセル電極13と同じ電位に接続されるので、図78の(1)に示すように、液晶による容量1と並列に補助容量2が形成される。液晶1への電圧の印加が行われ、液晶1に保持される電圧は補助容量2でも保持される。補助容量2は液晶1に比べてバスマインなどの電圧変化の影響を受けにくいので、電圧やフリッカを抑制し、TFTオフ電流による表示不良の抑制などに効果がある。CS電極35を形成する場合には、プロセスを簡略にするために、TFT素子を構成するゲート(ゲートバスライン)、ソース(データバスライン)、あるいはドレイン(セル)電極と同一層に同一材料で形成することが望ましい。これらの電極は精度の関係から不透明な金属で形成されるため、CS電極35も不透明である。上記のように、CS電極はセル電極13と平行に形成されるため、CS電極の部分は表示面として使用できず、その開口率が低下する。

【0099】液晶表示装置は低消費電力化が進められる一方表示画質の向上が要求されている。そのため、開口率をできるだけ高くすることが望ましい。一方、これまで説明したように表示品質の向上のため突起や電極にスリットが設けられるが、これらの部分の遮光材料を使用したり、スリットであればBMなどで遮光することが望ましい。しかし、これは開口率を低下させる要因になる。そのため、これらをできるだけ低減することにより、開口率の低下をできるだけ防止することが望ましい。

【0100】図78の(2)は、狭い幅の突起を多数配置する場合に考えられるCS電極35と突起20Aと20Bの配置例である。CS電極35の一部には突起20Aと20Bが重なるように設けられているが、CS電極35の方が幅が広いので、重ならない部分も存在する。

図79は、第14実施例における突起20A(20A、20B)とCS電極35の配置を示す図であり、(1)が上面図を、(2)が断面図を示す。図示のように、CS電極35は分割されて、突起20A、20Bの下に設けられている。所定の容量の補助容量を実現するには、CS電極35は所定の面積が必要である。図79の5本に分割された各CS電極35を合わせれば、図78の(2)に示すCS電極35と同じ面積になる。しかも、図79ではCS電極35と突起20A、20Bはすべて重なる部分があるため、開口率の低下は実質的にCS電極による低下のみである。従って、突起を設けても開口率は低下しないことになる。第14実施例の配置は、ドメイン規制手段として突起を使用する構成であれば適用可

る。従って、液晶の駆動波形には、交流特性和直流特性の2面があり、双方の必要条件が満足されなければならない。そこで、この液晶の駆動特性に電界を低減させるという所望の影響を与えるために配設される上記のレジストは、交流特性和直流特性の双方において所定の条件に設定される必要がある。具体的には、レジストは、交流特性としても直流特性としても電界を低減させるように設定される必要がある。

【0113】まず、直流特性の観点から、比抵抗 ρ が、液晶層の低抵抗に対して影響を及ぼす程度に高い必要がある。すなわち、液晶の比抵抗（例えば、TFT駆動用の液晶は $10^{14}\Omega\text{cm}$ 程度又はそれ以上の値）と同等以上の値に設定されるためには、 $10^{12}\Omega\text{cm}$ 以上の値が必要であり、 $10^{11}\Omega\text{cm}$ 以上であれば更に望ましい。次に、交流特性の観点から、レジストがその直下の液晶層の電界を低減させる作用を有するためには、その電容量値（誘電率 ϵ と厚さ d と断面積 S とで決まる値）が、そのレジスト下の液晶層の電容量値に比べて約10倍以下の値（インピーダンスとして約1/10以上の値）であることが必要である。例えば、レジストは誘電率 ϵ が約3であるから、液晶層の誘電率 ϵ （約10）のほぼ1/3であり、厚さが約0.1 μm の場合には液晶層の厚さ（例えば約3.5 μm ）のほぼ1/35である。この場合、絶縁層の容量値は、絶縁層下の液晶層の容量値の約10倍となる。すなわち、レジスト（絶縁層）は、そのインピーダンスがその直下の液晶層のインピーダンスの約1/10の値となるため、液晶層の電界分布に影響を与えることができる。

【0114】従って、レジストの斜面による形状効果に加え電界分布による影響が得られ、より安定した強い配向が得られる。電圧が印加されると、液晶分子は傾斜するが、配向領域（レジスト上）の中は十分に低強度の電界であり、この中ではほぼ垂直に配向する液晶分子が安定に存在し、その両側に発生するドメインの障壁（分極壁）として作用する。そして更に高い電圧を印加すると、今度は分極領域（レジスト上）の中の液晶分子が傾斜し出す。しかし、今度は先程レジストの両側に形成されたドメインがレジストにほぼ水平な方向へと傾斜する。（非常に強い配向が得られる。）この状態を得るには、分極領域の絶縁層（レジスト）がその直下の液晶層の約10倍以下の容量値を有する必要がある。すなわち、誘電率 ϵ が小さい材料で、より小さい誘電率 ϵ とより厚いことを示しているが、更に小さい誘電率 ϵ と更に厚い配向とを有する絶縁層を用いれば、層好ましい作用・効果を得ることができる。第1実施例から第16実施例では、誘電率 ϵ が3のノボラック系レジストで、膜厚1.5 μm の突起を設け、配向分割状況について観察したが、非常に安定した配向が得られた。ノボラック系のレジストにはTFTやCFの製造工程で広く使われてい

るため適用に際しては大きなメリット（改善の増幅が不作用）がある。

【0115】また、他のレジストや平相化材に比べても高い信頼性が得られ問題は全くない事を確認した。また、このような絶縁膜を両側の基板上に用いることにより、更に好ましい作用・効果を得ることができる。なお、絶縁膜としては、上記のノボラック系レジスト以外にもアクリル系のレジスト（ $\mu=3.2$ ）でも効果を確認したが、同様の結果が得られた。

【0116】第1から第16実施例では、電極にスリット部を設けるか、電極上に絶縁体の突起を形成して液晶分子の配向を分割するようにしたが、他の形成することでも可能であり、以下それらの例のいくつかを示す。図9は第17実施例のパネル構造を示す図であり、(1)は斜視図であり、(2)は側面図である。図示のようには、第17実施例では、ガラス基板16と17の上に一方向に平行に延びる突起50を形成し、その上に電極2と13を形成する。突起50は半ピッチずれて配置されている。従って、電極12と13は一部が突起50に重なっている。電極の上には垂直配向処理が行われる。このような形状の電極を使用した場合、電極間に電圧を印加すると、電界は垂直方向になるが、配向方向は突起部より改善される。従って、視角特性は従来とスリットと2方向に分かれる。従って、視角特性は従来より改善される。しかし、突起が絶縁物である場合は電界分布が異なる。形状の安定性は絶縁体の突起に比べや劣る。しかし、上記のように電極上に設ける突起は低誘電率の絶縁材料を使用する必要があるという制約がないという利点がある。

【0117】図95は、第18実施例のパネル構造を示す図である。この実施例は、ドメイン規制手段として、ITO電極12と13の上に設けた絶縁層51に溝を設けたもので、溝の形状は、第2実施例から第9実施例で示した突起や電極スリットの形状が適用できる。この場合は、上記の斜め電界による効果は突起の場合と同様に、配向を安定させる方向に作用する。

【0118】図96は、第19実施例のパネル構造を示す図である。図示のように、この実施例では、ガラス基板16、17の上にそれぞれ電極12、13が形成されており、その上に導電体材料で幅10 μm で深さ1.5 μm の溝23A、23Bを有する層62を形成し、その上に垂直配向膜22を形成した。なお、液晶層の厚さは3.5 μm であり、カラーフィルタ層39や、バスマイン、TFTなどの図示は省略してある。偏みの部分で液晶の配向が分割されていることが観察された。すなわち、偏みもドメイン規制手段として作用することを確認

した。【0119】第19実施例のパネル構造では、突起の幅と間隔は、基板に偏み23A、23Bを所定の同じピッチ40 μm で配置し、上と下の偏み23A、23Bが半ピッチずれるように配置しているのを、隣接する上下の偏みの間に同じ配向する領域が形成される。図97は、第20実施例のパネル構造を示す図である。第20実施例では、ガラス基板16、17の上にそれぞれカラーフィルタ（CF）樹脂を使用して幅10 μm で深さ1.5 μm の溝23A、23Bを有する層62を形成し、その上に電極12、13を形成し、更に垂直配向膜を形成した。すなわち、電極12、13の一部が偏みで覆われている。そして、突起23A、23Bは所定の同じピッチ40 μm で配置され、上と下の偏み23A、23Bが半ピッチずれるように配置されている。この場合も、第19実施例と同様の結果が得られた。なお、第20実施例では、偏みを有する構造物が電極の下に設けられるので、材料に關する制約が少なく、CF樹脂などの他の部分で使用する材料が使用できる。

【0120】突起とスリットの場合には、その部分で液晶分子が逆方向に広がるように配向が分割されるが、偏みの場合にはその部分で液晶分子が向き合うように配向が分割される。すなわち、偏みの配向分割の作用は突起とスリットとそれと逆の関係にある。従って、ドメイン規制手段として偏みと突起又はスリットを組み合わせて使用する場合にはこれまでの実施例と望ましい配置が異なる。ドメイン規制手段として偏みを使用する場合の配置について説明する。

【0121】図98は、偏みとスリットを組み合わせた場合で望ましい配置例の1つを示す図である。図示のように、図97に示した第20実施例の偏み23Aと23Bに対向する偏みにスリット21Aと21Bを配置する。対向する位置にスリット21Aと21Bの配向分割の方向は同じであるので、より配向が安定する。例えば、第20実施例の条件で偏みを形成し、スリットの幅を15 μm とし、偏みとスリットの中心の間隔を20 μm とした場合、スイッチング時間は、0-5Vの駆動条件では25msで、0-3Vの駆動条件では40msであった。これに対して、スリットのみを使用した場合には、それぞれ50msと80msであった。

【0122】図99は、図98のメタル構造において、一方の基板（この場合は基板16）側の偏み20Aとスリット21Aを除いたもので、隣接する偏み20Bとスリット21Bの間に同じ配向方向の領域が形成される。なお、図98と図99のメタル構造において、スリットの幅や偏みに同じ位置に突起を設けても同様の特性が得られ、応答速度は更に改善される。

【0123】図100は、一方の基板17の電極13に偏み23Bが設けられており、対向する基板16に突起20Aとスリット21Aを偏み23Bに対向する位置に

交互に配置する。この場合、隣接する偏み23Bと突起20Aの組とスリット21Aの組では配向方向が異なるので、偏みの中央付近に配向の領域の境界が生成される。

【0124】図101は第21実施例のパネル構造を示す図である。第21実施例は、第19実施例の電極に偏み23Aと突起23Bとスリット21Aの組とを交互に配置する。この場合も、電極12、13の表面の一部が偏みであり、偏みの部分で偏みとして配向の方向が分割される。上記のように、偏みの配向分割の作用は突起とスリットとそれと逆の関係にある。この関係を利用して、組み立て誤差があっても配向分割の割合を変えないようにすることができ、まず、第21実施例のメタル構造における組み立て誤差について説明する。

【0125】図102は、ドメイン規制手段として同様の基板に突起を設けた場合のメタル断面である。これまでは説明したように、コモン電極12上に設けられた突起20Aと、セル電極13上に設けられた突起20Bにより配向が規制される領域が規定される。図102の(1)では、突起20Bの右側の傾斜面と突起20Aの左側の傾斜面で規定される領域をA、突起20Bの左側の傾斜面と突起20Aの右側の傾斜面で規定される領域をBとしている。

【0126】ここで、図102の(2)に示すように、組み立て誤差により、CF基板16がTFT基板17に対して左側にずれたとすると、領域Aが減少し、領域Bが増加する。従って、領域Aと領域Bの比率は1対1でなくなり、配向分割される液晶分子の割合が等しくなくなるので、視角特性が劣化する。図103は、第22例である。この実施例は、第22実施例では、図103の(1)に示すように、TFT基板17に偏み22Bと突起20Bを設け、次にCF基板16に偏み20Aと突起22Aを設け、これを繰り返す。図103の(2)に示すように、組み立て時にCF基板16がTFT基板17に対してずれた場合、突起20Bと突起20Aで規定される領域A'は減少するが、偏み22Bと偏み22Aで規定される領域A''が減少分だけ増加するので、領域Aは変化しない。領域Bは、突起20Bと偏み22B及び突起20Aと偏み22Aで規定されるが、この間隔は変化しないので領域Bは一定である。従って、領域Aと領域Bの比率は一定であり、視角特性は良好なまま維持される。

【0127】図104は、第23実施例のメタル断面を示す図である。第23実施例では、図示のように、CF基板16に突起22Aと偏み20Aを交互に設け、これを繰り返す。領域Aは突起20Aの左側の傾斜面と偏み22Aの右側の傾斜面で規定され、領域Bは突起20Aの右側の傾斜面と偏み22Aの左側の傾斜面で規定される。従って、一方の基板に設けた突起と偏みだけで配向の傾斜が規定されるので、組み立ての精度は影響しな

い。

【0128】これまでに説明した実施例は、全方向にわたって大きな視角が得られるようにすることを目的とした実施例である。しかし、液晶パネルの用途によっては、かならずしも視角が大きいた必要がない場合や、特定の方位で大きな視角が得られればよい場合がある。これまでに説明したドメイン規則手段による配向分割の技術を使用すると、このような用途に適したLCDを実現することができ、次に、このような特殊用途Dを実現することができる。次に、このような特殊用途のLCDに本発明の技術を適用した実施例を説明する。

【0129】図105は、第24実施例のパネル構造を示す図である。(1)が上面図、(2)が(1)のY-Y'の断面図を示す。図示のように、基板16と17にはそれぞれ直線状の突起20Aと20Bが同じピッチで設けられており、突起20Aと20Bは対向する位置から少しずらして配置されている。言い換えれば、図102に示した構造で、Bの領域を非常に狭くしてほとんどAの領域にしたものである。

【0130】第24実施例のパネルは、例えば、投射型LCDに使用されるものである。投射型LCDは、視角特性は狭くてもよく、応答速度が速く、高コントラストで高輝度であることが要求される。第24実施例のパネルは、配向方向が実質的に一方方向である(モノドメイン)であるため、視角特性は従来のVA方式と同じであり、良好とはいえない。しかし、突起20Aと20Bが設けられているため、これまで説明した実施例のLCDと同様に、応答速度は従来のものに比べて非常に改善され、また、コントラストについては、他のVA方式と同様のレベルのものが得られるので、従来のTN方式やIPS方式と比べて良好である。図27で説明したように、突起20Aと20Bの部分は、配向が乱れて漏れ光が透過するので、コントラストを高くするには、突起20Aと20Bの部分を遮光することが望ましい。一方、図27度については、面状電極13の開口率を高くすること望ましい。そこで、図105に示すように、突起20Aと20Bは面状電極13のエッジ部に設けられている。これにより、突起20Aと20Bが開口率を低下させることなく、高輝度になる。

【0131】応答速度の点からは、突起20Aと20Bの隙間を狭くすることが望ましいが、そのためには面状電極13の範囲に突起20Aと20Bを配置する必要がある。面状電極13の範囲に突起20Aと20Bを設けるとその部分を遮光する必要がある、その分開口率が低下する。このように、応答速度、コントラスト及び輝度はトレードオフの関係にあり、使用目的などに応じて適宜設定する必要がある。

【0132】図106は、第24実施例のモノドメインを形成する技術を利用して、3方向の視角特性が良好なLCDパネルを実現する構造を示す図である。この構造では、1つの画面内に、同じ割合の2つの横方向の配向

の領域と、1つの縦方向の配向の領域を形成するようになり、突起20Aと20Bを設ける。同じ割合の2つの横方向の配向の領域は、図102に示すように、突起20Aと20Bを半ピッチずらして配置することによって、1つの縦方向の配向の領域は、図105に示すように、突起20Aと20Bを近接して配置することにより形成される。これにより、左右及び下側の視角特性は良好であるが、上部の視角特性は他の方向より劣るパネルが実現される。

【0133】第24実施例のようなLCDは、例えば、電車のドア上に設けられる表示装置など、高い位置に設けられ、多数の人が下から見上げるように配置される表示装置に使用される。図87に示したように、配向分割を行わないVA方式のLCD及び突起など配向分割を行うVA方式のLCDは、黒から白又は白から黒への応答速度はTN方式などに比べて良好であるが、中間領域での応答速度は十分とはいえない。第25実施例では、このような点を改善する。

【0134】図107は、第25実施例におけるパネル構造を示す図であり、(1)はパネル面から見た突起の形状を示し、(2)は断面図である。図示のように、1つの画面内で、突起20Bの位置を変えて突起20Aとの隙間が異なる部分を設ける。従って、2方向に配向されるドメインの割合は等しく、視角特性は対称である。図示のような構造にすることにより、中間領域での応答速度が改善したように見える。この原理を図108から図111を参照して説明する。

【0135】図108は、突起間隔による応答速度及び透過率の変化を測定するために製作したパネルの構造を示す図である。突起20Aと20Bの高さは1.5μmで、幅は10μmで、液晶層の厚さは3.5μmである。突起の一方の隙間d1を20μmとし、他方の隙間d2を変化させ、電極間に印加した電圧を中間値に相当する0Vと3Vの間で変化させた時の、隙間d1の領域とd2の領域の応答速度と透過率を測定した。

【0136】図109は、上記のようにして測定した応答速度の結果を示すグラフである。このグラフは、図20に示した対象部分を抜き出したものに相当する。図40から明らかなように、隙間d2が狭くなるに従って応答時間が低下することが分かる。図110の(1)は、隙間d2をパラメータとして印加電圧を変化させた時の透過率の変化を示す。図110の(2)は、隙間d2をパラメータとした電圧を0Vから3Vに変化させた時の透過率の変化を示す。図110から、突起の隙間d2を小さくすることにより、中間領域の応答速度が大幅に改善されることが分かる。しかし、突起の隙間d2を小さくすることにより、最大透過率が低下する。図111の(1)は、各d2での透過率の時間変化を正規化して示したグラフであり、(2)は液晶の配向変化を説明する図である。図111の(1)に示すように、透過率が最大透過

を有し、リタデーションが液晶パネルのリタデーションと同じ位相差フィルムを重ねた時のコントラストに関する視角特性を図113に示す。広い視角角にわたって高いコントラストが得られた。なお、このパネルを投射型プロジェクタに組み込んだ時には、コントラストは300以上となった。なお、通常のTN方式のLCDを投射型プロジェクタに組み込んだ時に得られるコントラストは100程度であり、大幅に改善されたことが分かる。

【0141】第1実施例などのドメイン規則手段として突起を設けたパネルを駆動した場合、ゲートバスライン、データバスラインの近傍において、表示品質の劣化が見られた。これはバスライン近傍で好ましくない微少ドメイン領域が発生し、その発生に伴って液晶の配向が乱れ、応答速度が低下するためということが分かった。このような乱れが発生すると、更に視角特性や色特性が低下する。次に説明する第27実施例では、そのような問題を解決する。

【0142】図114は、第1実施例に示された直線の突起を斜り返すパターン例を示す図である。この突起パターンは、一定の幅で一定の高さの突起が所定のピッチで繰り返されていた。従って、図114で、突起の幅1と隙間mはそれぞれ一定の値1とmである。なお、突起の幅については一方の基板に形成される突起と他方の基板に形成される突起で異なる例が示されているが、基板毎に形成される突起についても一定であった。また、突起の高さhについても一定であった。

【0143】図115は、使用した液晶の光学異方性の波長分散特性を示す図である。図示のように、短波長ほどリタデーションΔnが大きくなること分かる。従って、リタデーションΔnが大きくなり、色によって液晶層を通過する間のリタデーションΔnに差が生じる。この差はできるだけ小さいことが望ましい。

【0144】図116は、本発明の第27実施例の突起パターンを示す図である。第27実施例では、青(B)面状電極13B、緑(G)面状電極13G、赤(R)面状電極13Rの各面状電極で、突起の幅1は同じであるが、突起の隙間mを異なる値にしている。具体的にはmを、B面状電極13Bではm1に、G面状電極13Gではm2に、R面状電極13Rではm3にしており、m1>m2>m3である。

【0145】突起の隙間mが小さくほど液晶分子が受ける電界ベクトルの影響が強くなり、駆動に伴う電界ベクトルの問題を抑制することができ、図117は、印加電圧と透過率の関係を示す図である。図117は、印加電圧と透過率の関係を示す図であり、隙間mが大きくなれば開閉結果を示す図であり、隙間mが大きくなれば開閉結果が向上する。図115の通りであるから、図116の波長分散特性は図115の通りであるから、図116のように色を面状電極毎に突起の隙間mを変えることにより、色によって液晶層を通過する間のリタデーションΔnの

差を小さくできることになり、色特性を改善できる。

【0146】図1118は、本発明の第29実施例の突起パターンを示す図である。第28実施例では、青(B)面素13B、緑(G)面素13G、赤(R)面素13Rの各面素で、突起の間隔mは同じであるが、突起の幅lを異なる値にしている。効果は、第27実施例と同じである。図1119は、本発明の第29実施例の突起パターンを示す図である。第29実施例では、各面素内において、突起の間隔mを、上側と下側のゲートバスラインに近しい領域では小さな値mにし、中央の領域では大きな値mにしている。ゲートバスラインやデータバスラインなどのバスライン近傍においては、駆動に伴う電界ベクトルにより、液晶分子が表示に適さない状態に倒れ、トメインが発生する場合があり、これが表示品質を低下させていた。第29実施例では、ゲートバスラインに近しい領域では突起の間隔を狭くしてゲートバスラインが発生する電界ベクトルの影響を受けにくくしている。これにより、好ましくないドメインの発生が抑制され、表示品質が向上する。なお、突起の間隔を狭くするとその分開口率が低下して暗くなるため、開口率の点からは突起の間隔は広いほうがよい。第29実施例のような突起パターンにすることにより、開口率の低下を最小限にしてゲートバスラインが発生する電界ベクトルの影響を低減できる。

【0147】図120は、図1119の第29実施例の突起パターンを突眼に現した場合の面素構造を示す図である。図121は、本発明の第30実施例の突起パターンを示す図である。図示のように、第30実施例では、突起の高さを徐々に変化させている。図122は突起の高さを変化させた時の印加電圧と透過率の関係の変化を、図123は突起の高さを変化した時の印加電圧とコントラスト比の関係の変化を、図124は突起の高さに対する白状態の透過率の変化を、図125は突起の高さに対する黒状態の透過率の変化を示す図である。これらの図は、突起を形成するレジストの幅と間隔をそれぞれ7.5 μ mと15 μ m、セル厚は約3.5 μ mとし、レジストの高さを、1.537 μ m、1.600 μ m、2.309 μ m、2.486 μ mとし、実験装置で透過率とコントラスト比を測定した結果である。

【0148】この結果から、レジストが高くなることで、これに応じて白状態(5V印加時)透過率も増加する。これは液晶を傾斜させるための補助的な役割を担う突起があるため、液晶分子がより確実に倒れるためであると考えられる。黒状態(電圧無印加時)での透過率(漏れ光)も突起の高さが増せば増すほど増加する。これは黒のレベルを落とす方向に作用するためあまり好ましくない。従って、コントラスト(白電圧/黒電圧)は突起が高くなるほど低下するので、突起の材料としては透光材料を使い、突起の高さはあまり高くしないことが望ましい。

【0149】いずれにしても、突起の高さを変化させることにより、液晶の配向状態を変えることができ、各カラー面素毎に突起の高さを変化させて色特性を調整したり、バスラインとの距離に応じて適当な突起の高さを設定することによりより良好な表示が可能になる。例えば、R面素では突起の高さを高くし、G面素、B面素の順で突起の高さを小さくしたり、1面素内において、バスラインの近傍では突起の高さを高く、中央部では突起の高さを低くする。

【0150】なお、突起の高さをセル厚と同じ高さまで増加したとしても一応面表示は問題なくできることを確認した。従って、突起の高さを、図126の(1)に示すようにセル厚と同じ、又は図126の(2)に示すように、2枚の基板の対向する位置に突起を設け、それらの高さの和がセル厚と同じになるようにすることで、突起にパネルスペーサの役割をさせることができる。【0151】図127は、第31実施例の突起パターンを示す図である。ここでは図127の(1)に示すように、突起の側面の傾斜を、側面が基板(電極)とのなす角 θ で規定する。この角度をテーパー角と呼ぶこととする。第31実施例では、突起20のテーパー角 θ が図127の(2)に示すようにいくつもの値を取りえるとする。一般に、テーパー角 θ が大きえばほど、液晶の倒れ込む配向状態は良好になる。従って、テーパー角 θ を変化させることにより、液晶の配向状態を変えることができ、各カラー面素毎にテーパー角 θ を変化させて色特性を調整したり、バスラインとの距離に応じて適当なテーパー角 θ を設定することによりより良好な表示が可能になる。例えば、R面素ではテーパー角 θ を大きく、G面素、B面素の順でテーパー角 θ を小さくしたり、1面素内において、バスラインの近傍ではテーパー角 θ を大きく、中央部ではテーパー角 θ を小さくする。

【0152】以上説明したように、突起の間隔、幅、高さ、テーパー角などを変化させることにより、突起の配向規制力が変化する。このため、カラー面素毎に又は1面素内でこれらの条件を異ならせて部分的に突起の配向規制力に差を付けて、液晶の視角特性・応答速度を理想的な状態に近づけることが可能となる。図1115に示すように、液晶のリタデーションは波長に依存する。そこで、この特性に着目して白表示の輝度を向上させると共に、全カラー面素について高い応答速度を実現した液晶パネルの実施例を説明する。

【0153】まず、VA方式の波長依存性について簡単に説明する。図128は、角の誘電率特性を有する液晶(n型液晶)を用いた垂直配向(VA)方式の液晶表示パネルでツイスト角を持たせた場合の、液晶層のツイスト角の電圧印加による変化を示す図である。電圧無印加時には、一方の基板表面では90度の方向に配向しており、他方の基板表面では0度の方向に配向しており、90

基板表面近傍の液晶分子のみが基板表面のアンカリングエネルギーに付随してツイストするが、それ以外の層ではほとんどツイストが起きない。そのため、実質的には旋光(TN)モードとはならず、複屈折モードとなる。図129は、TNモードと複屈折モードにおけるリタデーション $\Delta n d$ の変化に対する相対輝度(透過率)の変化を示す図である。図示のように、複屈折モードはTNモードに比べて液晶の $\Delta n d$ に対して、より急峻な透過率特性を示す。前述のように、n型液晶を用いた垂直配向液晶では、偏光板をクロスニコルにして、電圧無印加時に黒表示、電圧印加時に白表示としている。

【0154】図130は、各波長(R:670nm, G:550nm, B:450nm)における $\Delta n d$ の変化に対する透過率の変化を示す図である。この図から、白表示における輝度が最大となる $\Delta n d$ 、すなわち550nmの波長に対して透過率が最大の $\Delta n d$ に液晶層の厚さを設定すると、450nmに対する透過率が低くなり過ぎるため、輝度最大から求める厚さより薄めに液晶層の厚さを設定し、白表示における色付きを抑えてきた。そのために白表示における輝度がTNモードに比べて暗く、TNモードの液晶表示パネルと同等の白輝度を得るために、バックライト輝度を明るくする必要がある。しかし、バックライト輝度を明るくするには照明の消費電力を大きくする必要がある。パネルの適用範囲が限定されることになる。また、白輝度重視で液晶層の厚さを厚くした場合に、TNモードに比べて450nmに対する透過率が低くなり過ぎるため、白表示においてパネルが黄色化してしまうという問題があった。

【0155】一方、視野範囲を広げるために位相遅延フィルムを付加することが行われているが、液晶層の厚さが厚くなると、種角(左右)方向の色変化が大きくなり、位相遅延フィルムのリタデーション値が同じでも色差が大きくなるという問題があった。そこで、第32実施例では、各カラー面素の液晶層の厚さを、駆動電圧印加時に透過率が最大となるように個別に設定する。しかし、液晶層の厚さが異なると、応答速度に差が生じ、動作表示を行った場合に色調を正しく表示できなくなる。そこで、液晶層の厚さを各カラー面素毎に異なる値に設定する場合には、液晶の応答速度を均一にする手段が必要となる。

【0156】図131は、液晶層と上記の3種の波長で最大の透過率が得られるように液晶層の $\Delta n d$ を設定した場合の、突起又はスリットの間隔に対する液晶の応答速度の変化を示す図である。液晶の応答速度は液晶層の厚さが厚くなるに従って低下する。突起を使用しして配向を制御するVA方式のLCDパネルにおいては、液晶の応答速度は、突起の誘電率、突起形状、突起の間隔などによって変化するが、誘電率、突起の形状、高さが一定であれば、突起の間隔が狭くなるほど応答速度は速くなる。図131で、例えば、液晶の応答速度を25msとするに

は、突起又はスリットの間隔を、R面素では20 μ mに、G面素では25 μ mに、B面素では30 μ mに設定する必要があることが分かる。

【0157】また、図132は、突起又はスリットの間隔に対する開口率の変化を示す図である。図131から、突起又はスリットの間隔を、R面素では20 μ mに、G面素では25 μ mに、B面素では30 μ mに設定した場合、それぞれ開口率は80%、83.3%、85.7%になり、開口率に差が生じる。以上の点を考慮して、第32実施例では、各カラー面素の液晶層の厚さを、駆動電圧印加時に透過率が最大となるように個別に設定すると共に、突起の間隔を調整して各カラー面素の応答速度を一致させ、更に開口率が一致するように各カラー面素の面積を変えた。

【0158】図133は、第32実施例のパネル構造を示す図である。図示のように、両方の基板16、17に、R面素部分はなく、G面素部分は0.55 μ mの厚さで、B面素部分の厚さが1.05 μ mの構造物71を設けた。この厚さは、n型液晶を用いたVA方式の複屈折モードについてシミュレーションにより最適条件を算出した。更に、突起20Aの高さをR面素で2.45 μ mに、G面素で1.9 μ mに、B面素で1.4 μ mにした。更に、突起の間隔をR面素で20 μ mに、G面素で25 μ mに、B面素で30 μ mにした。更に、B面素：G面素：R面素の面積比を1:1.03:1.07とした。すなわち面素面積をR面素>G面素>B面素の順とした。

【0159】構造物71は、アクリル系樹脂を使用し、レジストをB面素で1.4 μ mの厚さになるよう塗布した上でフォトリソグラフィで幅5 μ mの突起とした。その上で、垂直配向膜を塗布し、3.6 μ mのスペーサーを散布してシールを形成して貼り合わせ、シールを覆った液晶の注入を行った。このようにして、液晶層の厚さが、R面では5.7 μ mに、G面素では4.6 μ mに、B面では3.6 μ mになる。

【0160】図134は、CF基板16に突起を形成し、TFT基板17の面素電極13にスリット21を形成した第32実施例の変形例のパネル構造を示す図である。この変形例では、CF基板16に、R面素部分はなく、G面素部分は1.1 μ mの厚さで、B面素部分の厚さが2.1 μ mのアクリル系樹脂の構造物71を設けた。その上にレジストをB面素で1.4 μ mの厚さになるように塗布した上でフォトリソグラフィで幅5 μ mの突起とした。これにより、突起の高さは、R面素で3.5 μ mに、G面素で2.5 μ mに、B面素で1.4 μ mになる。突起20Aとスリットの間隔は、R面素で20 μ mに、G面素で25 μ mに、B面素で30 μ mにした。B面素：R面素：G面素の面積比を1:1.03:1.07とした。

【0161】以上のようにして製作した第32実施例及

ひその変形例のパネルをG面側の液晶層の $\Delta n d$ に合わせた2軸の位相遅フィルム（厚み方向のリタデーション値320nm）を付加し、パネル液晶層、視野角、極角方向（0度〜80度）での色差を測定した。その結果を図2522に示す。なお、図2522では、第32実施例を変化させた変形例Bで示し、液晶層の厚さを図2522における測定結果を参照して示す。

【0162】図2522から分かるように、従来例1で示すように透過率を上げるために液晶層の厚さを厚くすると、正面での透過率（輝度）は高くなるが、極角方向で光損失が大きくなるため、各波長の透過率は大きく変動し、色差が大きくなる。これに対して、第32実施例及びその変形例のパネルでは、液晶の応答速度を均一化するため突起又はスリットの間隔幅をR面側とG面側で狭くしており、開口率が低い透過率は従来例2より低下している。しかし、それぞれの液晶層の厚さを駆動電圧印加時（白表示）において透過率最大になるように設定しているため、極角方向での色差は小さくなっている。

【0163】第32実施例及びその変形例のパネルであれば、広い視野角範囲でパネルを色付させることなく、白輝度をTNモードなどに明るくできる。また、液晶層の厚みに応じて液晶応答速度を均一化しているため、動面表示を行なった場合でも色再現性のよい表示が得られる。次に、突起の作り形について説明する。

【0164】CF基板16及びTFT基板17の電極12、13上に突起を形成する場合には、ITO膜で電極を形成した後、レジストを塗布してフォトリソグラフィでパターンニングすることが考えられる。この方法であれば、周知の技術で作れるので、ここでは説明を省略する。上記のような方法で突起を作る場合、突起パターンを形成するための工程を別に設ける必要が生じる。従来の工程をそのまま利用してTFT基板に突起が形成できれば工程の増加が防げる。絶縁性の突起を形成する場合には、従来の工程で使用する絶縁層を更にパターンニングして突起パターンを露すことが考えられ、導電性の突起を形成する場合には、従来の工程で使用する導電層を更にパターンニングして突起パターンを露すことが考えられる。

【0165】図135は、第33実施例のTFT基板の構造を示す図である。第33実施例では、従来の工程で使用する絶縁層を利用して絶縁性の突起を形成するため構造である。この構造では、まずITO電極13を形成し、その上に絶縁層を形成し、ITO電極13の部分は除去する。この時、突起65の部分は露す。更にゲート電極31を形成し、更に絶縁層を形成し、必要な部分以外は除去するが、この時突起の厚さが必要であれば、突起65の部分は露す。後は従来のようにゲートバスラインとTFTを形成する。図では、参照番号41がドレイン電極（ゲートバスライン）で、65がチャンネル保護層で、66が素子を分離するための配線層で、67が

トランジスタの動作層である。ITO電極13とソース電極はホールにように接続される。

【0166】図136は、第33実施例で作した突起パターン例であり、(1)が2つの配向分割領域を形成するための直線状の平坦な突起であり、(2)が4つの配向分割領域を形成するためのジグザグな突起である。図において、参照番号68で示す部分は突起に相当し、69が図面部分に相当する。図137は、第34実施例では、突起のパネル構造を示す図である。第34実施例では、従来の工程で使用する導電層を利用して導電性の突起を形成するための構造である。この構造では、まずTFTを露光するためのTFT遮光メタル層70が形成され、その上に絶縁層が形成され、更にITO電極13が形成される。更に絶縁層が形成され、ゲートバスライン及びTFTのソース41、ドレイン42が形成され、その上に絶縁層72が形成される。そして、ゲート電極31の層が形成され、ゲート電極の部分を除いてこの層を除去するが、その時に、突起の部分20Bを露す。

【0167】図138は、第34実施例で作した突起パターン例であり、(1)が2つの配向分割領域を形成するための直線状の平坦な突起であり、(2)が4つの配向分割領域を形成するためのジグザグな突起である。図において、参照番号20Bで示す部分が突起に相当する。参照番号35は、CS電極である。CS電極35は、ブラックマトリクスとして作用するように、画素電極のエッジに沿って延びており、突起20Bとは分離されている。これは、CS電極35は画素電極（ITO電極）13に対してある電圧になるが、突起20Bにこの電圧が印加されると液晶の配向に悪影響を及ぼすおそれがあるためである。

【0168】図139は、第35実施例のパネルのTFT基板を露す工程を示す図である。(1)に示すように、ゲートバス17上にゲート電極31をパターンニングする。次に、SiNx層40、7モル分シリコン（a-Si）層72、SiNx層65を順に形成する。更に、(2)に示すように、SiNx層65をチャンネル保護層の部分のみを露してa-Si層72までエッチングする。更に、n⁺a-Si層と、ゲートバスライン、ソース41、ドレイン42に相当するTi/AI/Al/Ti層を形成し、パターンニングにてゲートバスライン、ソース41、ドレイン42に相当する部分のみを露すようにエッチングする。(4)のように、最終保護層43に相当するSiNx層を形成後、絶縁に必要な部分及び突起に相当する部分43B、40Bを露してガラス基板17の表面までエッチングする。この時、同時にソース電極41と画素電極とのコンタクトホールも形成する。この際、ソース電極41がエッチングストップになる。更に、ITO電極層を形成してパターンニングし、画素電極13を形成する。従って、突起の高さはSiNx層40と最終保護層43の和となる。

【0169】図140は、第35実施例のパネルの変形例の構造を示す図であり、最終保護層43に相当するSiNx層をエッチングする時に、SiNx層40の上面までエッチングする。従って、突起の高さは最終保護層43の厚さである。図141は、第36実施例のパネルのTFT基板を露す工程を示す図である。(1)に示すように、ガラス基板17上にゲート電極31をパターンニングし、画素電極13を形成する。(2)に示すように、SiNx層40、7モル分シリコン（a-Si）層72、SiNx層65を順に形成する。更に、SiNx層65をチャンネル保護層の部分のみを露してa-Si層72までエッチングする。更に、n⁺a-Si層73を形成する。(3)に示すように、必要な部分及び突起に相当する部分40Bを露して画素電極13の表面までエッチングする。(4)に示すように、ゲートバスライン、ソース41、ドレイン42に相当するTi/Al/Ti層を形成し、ゲートバスライン、ソース41、ドレイン42に相当する部分のみを露すようにパターンニングする。そして、ゲートバスライン、ソース41、ドレイン42をマスクとしてn⁺a-Si層73と、最終保護層43に相当するSiNx層を形成後、絶縁に必要な部分及び突起に相当する部分43B、40Bを露して画素電極13の表面までエッチングする。

【0170】以上、TFT基板17側の突起20Bの製作に関する実施例について説明したが、TFT基板17の構造などに応じて各種の変形例がある。いずれにしても、TFT基板17の他の部分のプロセスと共用して突起を製作することにより、製造コストを低減できる。すでに説明したように、電極上に設けられた誘電体の突起は、斜面による配向規制の方向と突起部分の電圧による配向規制の方向が一致するので、安定した配向が得られるという利点がある。しかし、突起は電極上に設けられた誘電体であり、その上に配向膜が形成されるため、一致の電極間では液晶セル内が非対称構造となり、電圧の印加に伴って電荷が偏りやすいため、残留DC電圧が高くなり、いわゆる「焼き付き」と呼ばれる現象が発生するという問題があった。

【0171】図142は、電極上の誘電体の厚さと残留DC電圧の大きさの関係を示す図であり、(1)がその関係をグラフであり、(2)が誘電体の厚さdに相当する部分と、「焼き付き」の起きる場所を示している。垂直配向膜22も誘電体であり、図142の(2)に示すように、突起の高さと垂直配向膜22の和が誘電体の厚さdに相当する。図142の(1)に示すように、dの増加に伴って残留DC電圧が増加する。従って、図142の(2)に示す突起95の第18実施例のように、電極上に誘電体で覆う場合も同じであり、

る。次に説明する第37実施例では、このような問題が発生しないようにする。

【0172】図143は、第37実施例の突起構造を示す図であり、(1)は突起20の斜視図であり、(2)は断面図である。図示のように、突起20は7μmの幅を有し、上面の幅が5μm程度で、高さが1〜1.5μm程度である。この上面に多数の微細な穴が設けられており、この微細な穴は、直径が2μm以下である。図144は、上記の微細な穴を有する突起（CF基板側）の作り形を示す図である。(1)のように、ITO膜の対向電極12が形成されたガラス基板を準備する。(2)のように、その上に感光樹脂（レジスト）を塗布し、ベークしてレジスト層351を形成する。(3)のように、突起以外の部分及び穴の部分を通すマスクパターン352を露光させて露光する。これを現像して(4)に示すような突起20が得られ、更にベークすると、突起20が収縮して、(5)に示すように図面に斜面になる。

【0173】上記のようにして突起に微細な穴を形成したものと、形成していない基板を組み立て、フリッカ消去法により残留DC電圧を測定したところ（DC:3V, AC:2.5V, 温度50°C, DC印加時間10分）、微細な穴を形成した場合には0.09Vであり、微細な穴を形成していない場合には0.25Vであった。このように残留DC電圧が低減されるので、焼き付きが起きにくくなる。

【0174】液晶分子は突起などの斜面に垂直に配向し、電圧に垂直に配向する。しかし、突起の間隔が上記の微細な穴の程度に小さくなると微細部分の斜面に対しては配向しなくなることが分かった。従って、突起の上面の部分では両側の斜面による配向の影響を受け、それに従って配向する。図145は、第38実施例の突起構造を示す図である。第38実施例では、TFT基板側の7.5μm幅の突起20Bの下に、幅3μmの厚みの薄い溝を設けた。更に、突起20Bの下に、クロマ性の遮光層34を設けている。このような突起20Bは、第37実施例と同様の方法で製作できる。第38実施例の突起構造で残留DC電圧を測定した結果は、0.10Vであり、第37実施例と同程度の結果が得られた。

【0175】第38実施例の突起構造では、図示のように、電圧無印加時に溝の部分で液晶分子が基板に垂直な方向に配向せず、垂直配向性が劣化することがあるが、遮光層34が設けられているので、この部分の配向異常による漏れ光は遮光されるので、コントラストが低下することはない。次に、レジストで作った突起の断面形状について図146の(1)に示す断面形状をしている。しかし、本発明の方式の場合、断面形状として多少なりとも傾斜をもった蒲鉾（シリンドラ）形の断面の方がより安定した配向が得られる。ここでは、パターンニング直後

35

の基板(200)°Cで焼成し、レジストの断面形状を図146の(2)に示すような形状に変化させた。図147は、パターンニングしたレジストを焼成する温度を変化させた時のレジストの断面形状の変化を示す図である。焼成温度を150°C以上上げても断面形状のそれ以上の変化は小さかった。

【0176】レジストを200°Cで焼成したのは、レジストの断面形状を変化させる以外に別の重要な理由がある。その理由は、試作に使用したレジストは通常の焼成処理(135度40分)を行っただけでは配向膜の溶剤と反応して溶けてしまう。本実施例では配向膜形成前にあらかじめ十分に高い温度でレジストを焼成しておく、配向膜と反応するのを防止した。

【0177】なお、第1実施例など、これまで説明した突起を作成する例では、レジストを200°Cで焼成してレジストの断面形状を階梯状にしており、これまで説明したデーターク階梯状の断面形状の突起パターンによるものである。上記の例では、焼成温度でレジストの断面形状を階梯(シリンダ)形としたが、レジストの断面形状によっては自然と階梯形になる。図148は、レジストの断面形状の断面形状を示す図である。線幅が5μm程度では、自然と望ましい階梯形になっている。これから、線幅がμm程度以下であれば、自然階梯の断面形状のレジストが得られるものと思われる。現状の装置では線幅5μmが現実的であるが露光装置の性能によりサブミクロンの線幅であっても原理的に同様の配向が得られると考えられる。

【0178】突起をJSR社製TFT平坦化剤HRC-135などのボジ型フォトレジストを使用して生成すると、その表面は垂直配向膜の材料との濡れ性が不十分で、塗布された垂直配向膜の材料ははいついてしまい、突起の表面に垂直配向膜が形成されないという問題が発生した。図149は、ドメイン規程手段として突起を用いた舞台におけるパネルの断面図であり、突起部の様子を示す図である。図149の(1)に示すように、基板6、17の上にはカラーフィルタやバスマスラインなどが形成され、更にITO電極12、13が形成される。その上に突起20Aと20Bが形成され、突起20Aと20Bを含むITO電極12、13上に垂直配向膜22の材料を塗布する。しかし、突起20Aと20Bのフォトレジストの表面は垂直配向膜の材料との濡れ性が不十分で、図8の(2)に示すように、塗布された垂直配向膜の材料をはいついてしまい、突起20Aと20Bの表面に垂直配向膜22が形成されないという問題が発生している。第39実施例では、このような問題を解決する。

【0179】第39実施例では、垂直配向膜の材料が突起の表面に付きやすくなるように突起の表面を処理する。垂直配向膜の材料が突起の表面に付きやすくなる処理としては、突起の表面に微細な凹凸を形成して配向膜の材料の塗布性を向上させるか、突起の表面の垂直配向

膜の材料との濡れ性を高めることが考えられる。突起の表面に微細な凹凸を形成すると、特に凹の部分に配向膜の材料塗が溜まることにより、突起表面の配向膜の材料のはじきが低減される。凹の形成方法としては、化学的処理と物理的処理があり、化学的処理としては灰化処理が有効である。

【0180】図150は、第39実施例における突起の製作方法の一例を説明する図であり、灰化処理を使用する例である。図150の(1)に示すように、電極(20)の場合は画面電極13であるが、対向電極12でもよい。13上に上記のフォトレジストを用いて突起20を形成する。例えば、突起20は、幅10μm、高さ1.5μmのストライプ状である。これをアニール処理して断面を階梯状にする。この基板を公知のプラズママッシャーで突起表面を灰化処理する。このようなプラズママッシング処理により、図150の(2)に示すような微細な凹凸が突起表面に形成される。こうして得られた基板を洗浄、乾燥させ、印刷機を用いて垂直配向膜を塗布する。この時、突起上に形成された凹凸の効果により、配向材のはじきは起こらず、図150の(3)のように突起の全面に垂直配向膜が形成される。その後、通常のマルチドメインVA方式と同様のプロセス工程を進める。こうして得られた液晶表示装置は、配向膜のはじきによる表示不良のない、良好な表示特性を有する。

【0181】灰化処理としては、他にオゾンアッシング処理があり、これもプラズママッシング処理と同様の効果が得られた。物理的に凹凸を形成する方法としては、突起のアニール処理後、基板洗浄機を用いて、基板をブラッシングする。これにより、突起上にスジ状の凹凸が形成される。物理的に凹凸を形成する方法としては、他図151の(1)に示すように表面に線幅211を有するラビングローラ210でラビングしたり、(2)に示すように凹凸のあるローラ213を突起20が形成された基板に押しつけ、ローラ213の凹凸を転写する方法がある。

【0182】図152は、突起表面の垂直配向膜の材料との濡れ性を高める処理として紫外線を照射する処理を説明する図である。これまで説明したように、基板上にフォトレジストで図150と同様の突起20を形成する。この基板にエキシマUV照射装置を用いて、酸液度20%以上の濃度で1000mJ/cm²の照射量で、主線長172nmの紫外線を照射する。これにより、基板及び突起上の垂直配向膜の材料に対する濡れ性が向上する。こうして得られた基板を洗浄、乾燥させ、印刷機を用いて垂直配向膜を塗布する。この時、紫外線による濡れ性改善効果により、配向材のはじきは起こらず、突起の全面に垂直配向膜が形成される。その後、通常のマルチドメインVA方式と同様のプロセス工程を進める。こうして得られた液晶表示装置は、配向膜のはじきによる表示不良のない、良好な表示特性を有する。

37

図153は、フォトレジストで形成した突起に照射する紫外線の条件を変化させた時の垂直配向膜の材料のはじき率の変化を示すグラフである。図153の(1)は、波長及び照射量とはじき率との関係を示すグラフであり、紫外線の波長は200nm以下の時が有効であり、それ以上の波長の場合には改善効果が極めて小さい。また、紫外線の波長が200nm以下の時には、1000mJ/cm²の照射量ではじきは発生しなくなった。図153の(2)は、波長が200nm以下の紫外線を1000mJ/cm²照射する時の酸液度とはじき率との関係を示すグラフである。酸液度が低い環境では、十分な量のオゾンが発生しないため、改善効果が小さいと見られる。従って、波長が200nm以下の紫外線を酸液度20%以上の濃度で、1000mJ/cm²以上照射することが望ましい。

【0183】波長が200nm以下の紫外線を発生させる装置としては、上記のエキシマUV照射装置の他に、低圧気体放電管があり、これを使用してもよい。また、上記の処理では、紫外線の照射後に基板洗浄及び乾燥を行ったが、基板洗浄及び乾燥後に紫外線の照射を行うようにしてもよい。この場合、配向膜印刷直前に紫外線の照射が行われるので、照射後の位置および洗浄による濡れ性の改善効果が低減される。

【0184】また、配向膜の塗布前に、シランカップリング剤、配向膜溶剤などを塗布した後配向膜を形成すれば、突起上のはじきが大幅に改善される。具体的には、基板をベーク(アニール)処理して突起の形状を図146のような階梯状にする。この基板を洗浄後、スピンコートを使用してヘキサメチルシラン(HMDS)を塗布する。これに印刷機を使用して垂直配向膜を塗布する。これにより、突起の表面に垂直配向膜が良好に形成される。なお、HMDSの替わりにN-メチルピロリドン(NMP)を塗布するようにしてもよい。更に、垂直配向膜の印刷を密着されたNMPを密着域内で行うようにしても、突起の表面に垂直配向膜を良好に形成できる。なお、垂直配向膜の形成前に塗布する溶剤としては、他にも各種あり、例えば、垂直配向膜の溶剤であるγ-ブチロラクトン、ブチルセルソルブなどを使用して、図10185図154は、第39実施例における突起の製作方法の一例を説明する図であり、微粒子を分散させた材料で突起を形成する例(CF基板側の例)である。

(1)のように、粒径が0.5μm以下のアルミナの微粒子355を5~20%混入させたボジ型感光性樹脂(レジスト)355を、電極12上に塗布する。(2)のように、これに突起部分を透光するボトマスク356を使用して露光し、現像する。更にベークすると、(3)のような突起20Aが得られる。この突起20Aの表面にはアルミナの微粒子3557が突き出しており、アルミナの微粒子3557が穴落ちた穴が形成されており、表面に微細な凹凸が形成される。従って、垂直配向膜を塗布

38

する時の濡れ性が向上する。

【0186】上記の例で突起の表面の凹凸を多くするには、レジストに混入するアルミナの微粒子の割合を増加させる必要があるが、アルミナの微粒子の割合が20%を超えると、レジストの感光性が低下し、露光によってパターンニングできなくなる。図155は、突起の表面の凹凸を多くする必要がある場合の突起の製作方法を示す図である。

【0187】図155の(1)のように、粒径が0.5μm以下のアルミナの微粒子357を大きな割合で混入した非感光性樹脂を電極12上に塗布する。更に、(2)のように、その表面にレジストを塗布して、突起部分を透光するボトマスク358を使用して露光し、現像する。これによりボトマスク358に対応する部分のみレジストが残るので、エッチングすると突起部分以外の非感光性樹脂が除かれる。更にベークすると、(3)のような突起20Aが得られる。この突起20Aの表面には同様に凹凸が形成されるが、混入したアルミナの微粒子357の割合が大いいため、多数の凹凸が形成され、図154の例より垂直配向膜を塗布する場合の濡れ性が一層向上する。

【0188】図156は、微粒子により突起の表面に凹凸を形成する別の製作方法を示す図である。この例では、電極12の表面にレジスト360を塗布した後、アルミナの微粒子361を散布してレジスト360の表面に付着させ、その後ブリーベークする。後は、従来と同様に、突起をメタリニウムエッチングすれば、(2)のような突起20Aが得られる。これを洗浄すれば、突起20Aの表面には、アルミナの微粒子361が存在したり、アルミナの微粒子361が抜け落ちた穴が存在するので、凹凸が形成される。

【0189】図157は、第39実施例における突起の製作方法の一例を説明する図であり、突起材料を塗布させて表面に凹凸を形成する例である。突起20を形成するレジストは、例えば、PGMEA(プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート)などの溶剤の溶かした上でスピナーなどで塗布される。その上で60°Cでブリーベーク(ブリーキュア)される。この状態では、レジスト中には大量の溶剤が残っている。これをマスキング光及び現像してパターンニングする。

【0190】従来は、図158で破線で示すように、クリーンアップ内で10分かけてゆっくり200°Cまで上昇させ、その状態に75分間以上保持した後、10分かけてゆっくり常温に戻した。これに対して、この実施例では200°Cのホットプレート上に載置して10分間加熱する。この時、基板の温度が200°Cまで上昇するの約1分を要する。その後、10分間放冷して常温に戻す。このように、急加熱すると、図157の(1)のようにレジスト内の溶剤が突湧して内部に泡362が生じる。この泡362は、図157の(2)の

ように、突起20の表面から外部に上記が放出される。この時に突起の表面に突起363が形成され、凹凸を生じる。

【0191】なお、溶剤に溶かしたレジストを塗布前に、操作してレジスト中に気泡を導入すると、レジストを急加熱した時により気泡しやすくなる。また、基板ガスや炭酸ガスなどを導入しなすが導管してもよい。これにより、レジスト中に気泡が導入されると共に、一部のガスは溶剤中に溶解するので、加熱時の発泡性が増す。

また、レジストに120〜200°C程度で脱水の結晶水やガス溶剤を放出する包埋化合物を混合して、水やUV照射などにより、加熱時に結晶水が放出されて水蒸気となる。また、レジスト中に溶剤又はガスが吸着したシリカゲルを導入してもよい。これにより、加熱時にシリカゲルから吸着している溶剤又はガスが放出されるので、より発泡しやすくなる。なお、混入する固形材料は、突起の高さや幅以下の大きさであることが必要であり、そのような大きさになるように粉砕しておく。

【0192】第37実施例では突起に微細な穴を設け、第38実施例では突起に溝を設けたが、そのような構造にすることにより、突起の表面に垂直気泡が形成しやすくなる。図159は、第38実施例のような溝を有する突起を作る別の方法を示す図である。図159の

(1)に示すように、マイクローレンズの作成に使用されるフォトリソットを使用して、突起365と366を近接して形成する。このフォトリソットは、光の照射強度、焼成（ベーク）温度、組成などによりパターンニングされた形状を変えることが可能であり、適切な組成条件を設定することにより、突起が崩れて(2)に示すようにになる。これに垂直気泡22を塗布すれば、(3)

に示すように、突起20の中央部が窪んでいるの垂直配向膜22が良好に形成される。突起365と266は、上記の材料を1.5μmの厚さに塗布した後、幅3μm、突起の間隔1μmになるようにパターンニングした。そして、180°Cで10分から30分ベークした。これにより、2つの突起が融合して図159の

(2)のようになつた。ベークの時間を制御することにより、所望の形状が得られた。突起365と266は、高さ0.5μmから5μm、幅が2μmから10μmで、間隔が0.5μmから5μmの範囲であれば2つの突起が融合するようであるが、突起の高さを5μm以上とすると、セル厚（基板層の厚さ）に影響し、液品を注

入する上で妨げになる。また、突起の幅を2μm以下とすると、突起の配向膜が低下してしまふ。更に、突起の間隔を5μm以上とすると、2つの突起を融合させるのが難しく、0.5μm以下にすると中央に窪みが生じない。

【0193】以上、第39実施例における突起の配向膜の材料に対する隠れ性の改善処理について説明したが、

突起はどのようなパターンでもよく、断面形状も棒型である必要はない。更に、突起を形成する材料もフォトレジストに限らず、所望の形状に突起を形成できるものであればよい。ただし、後のプロセスで化学的あるいは物理的に凹凸を形成することを考慮すると、材質として柔らかく割れにくくアッシング可能なものが適切である。この条件に適合する材料としては、フォトリソト、ブラックマトリクス樹脂、カラーフィル膜樹脂、オーバーコート樹脂、ポリリノなどの樹脂材料が適切である。また、このような有機材料であれば、アッシングやUV照射などにより、表面の気質（処理）が可能である。

【0194】以上説明したように、第39実施例では、突起表面の配向膜の材料に対する隠れ性が改善されたため、突起表面に配向膜が形成されないという故障を防止でき、表示品質が向上すると共に、歩留りが向上する。従来、各画素の間の部分を通して漏れ光によるコントラストの低下を防止するため、各画素の周辺部にいわゆるブラックマトリクスを設けることが行われていた。図160は、ブラックマトリクスを設けた従来例のパネル構造を示す図である。図示のように、カラーフィルタ

(CF)基板16の上にはRGB画素に対応してR（レッド）フィルタ39R、G（グリーン）フィルタ39G、B（ブルー）フィルタ39Bが形成され、その上にITO電極12が形成される。更に、各RGB画素の境界部分にブラックマトリクス34が形成される。TFT基板17には、ITO電極13と共にゲートバスライ

ン、ゲートバスライン、あるいはTFT素子33が形成される。2枚の基板16と17の間には、液晶層3が設けられる。

【0195】図161は、本発明の第40実施例のパネル構造を示す図であり、図162は第40実施例の画素における突起パターンを示す図である。図示のように、Rフィルタ39R、Gフィルタ39G、及びBフィルタ39BがCF基板16上に形成されている。図161では図示していないが、図162に示すように、第1画素例の液晶パネルで設けた配向制御用の突起20AがCF基板16に形成されている。この突起20Aは透光性の材料で作られており、各画素の周辺部には突起77が設けられており、この突起77も透光性材料で作られており、突起20Aと同時に形成することが可能であり、そのり、ブラックマトリクスとして機能する。従って、従来例のように、ブラックマトリクス34を形成する必要がある。このブラックマトリクスとして機能する突起77は、突起20Aと同時に形成することが可能であり、そのような製作方法を使用すれば、CF基板16の作成時のブラックマトリクス作成工程を省くことができる。なお、参照番号78は、各画素のTFTの部分で、突起77はこの部分に透光するように設けられる。

【0196】なお、図161では、CF基板側16に突起20Aと77を設けているが、突起77又は突起20

Aと77の両方をTFT基板17側に設けてもよい。これにより、CF基板側16とTFT基板17の貼り合わせの際にズレを工程する必要があるが、パネルの開孔率と貼り合わせ工程の歩留りを飛躍的に向上させることがで

きる。CF基板16側にはブラックマトリクスを設けた場合、TFT基板17のITO電極13と、CF基板16の開口部（ブラックマトリクスのない部分）を全く同じに設計すると、パネル製造工程で貼り合わせズレが発生した場合には、ズレを調整し、ズレを正しく修正することが得られない。通常、ズレを高精度な貼り合わせ装置を使用しても、合わせ誤差は5μm程度存在する。そのため、その分のマージンを考慮してブラックマトリクスの開口を小さめに設計してこのような問題が生じないようにしている。すなわち、TFT基板17側のITO電極13より、5〜10μm程度内側までブラックマトリクスが覆うようにしている。TFT基板17側に突起77を設けると、貼り合わせズレによる影響を受けないため、開口率を最大限に高くすることができる。この効果は、パネルの画素が小さくなればなるほど、すなわち、解像度が上がれば上がるほど、大きくなる。例えば、本実施

例では、画素のITO電極の寸法が80μm、縦240μmの基板を用いたが、従来方式であれば、5μmずつのマージンをとらなければならない。縦230μmの開口になり、画素の開口面積は16100μm²になる。これに対して、本実施例では、画素の開口面積は19200μm²であり、開口率は従来方式の約1.2倍に改善される。もし、このパネルの2倍の解像度のディスプレイであれば、電極の寸法は横40μm、縦120μmであり、従来方式であれば画素の開口面積は300μm²になり、本実施例であれば画素の開口面積は4800μm²になり、約1.5倍に改善されることになる。このように、解像度が上がれば上がるほど有効である。

【0197】図163は、第41実施例のブラックマトリクス(BM)のパターンを示す図である。前述のように、ドメイン規制手段の部分では漏れ光が生じる。上記のように、突起の頂上付近に存在する90°が位角の異なる微少ドメインを利用することも考えられるが、突起の頂上付近で安定な配向が得られない時には漏れ光が生じる。そのため、コントラストなどを向上するためにはドメイン規制手段の部分に透光することが望ましい。突起の部分に透光するには、突起を透光材料で形成することが考えられるが、第41実施例は、ドメイン規制手段の部分でブラックマトリクス(BM)で透光する。

【0198】前述のように、TFT及びセル電極とバスラインとの境界部分の漏れ光を透光するためBM34が使用されるが、第41実施例ではこのBMをドメイン規制手段の部分にも設ける。これにより、ドメイン規制手段の部分での漏れ光が透光でき、コントラストが向上する。図164は、第41実施例のパネルの断面図であ

る。図示のように、突起20Aと20B、TFT33、及びバスライン（ここではゲートバスライン31のみが示されている。）とセル電極13との隙間に対応してBM34が設けられている。

【0199】図165は、第42実施例の画素パターンである。従来から、表示画素をほぼ正方形とし、隣接する列の表示画素を、表示画素の配列ピッチの1/2ずつで配列するデルタ配列が知られている。カラー液晶表示装置の場合には、相互に隣接する3個の画素13B、13G、13Rで1組のカラー画素群を形成する。各画素は正方形に近い形であるため、1対3の長方形の場合に比べて、突起の間隔をあまり小さくしなくても、各方向に配向分割される液晶分子の割合を等しくするのが容易になる。この場合、データバスラインは、画素の周縁に沿ってジグザグに延びるようにする。このように、基板の全面に連続した突起又は極みの列を形成して配向分割する場合には、デルタ配列が非常に効果的である。

【0200】次に説明する第43実施例は、配向制御用の突起又は第40実施例のブラックマトリクスとして機能する突起77をスベークサとして利用する実施例である。図18にも示したように、2枚の基板間の距離（セル厚）を所定値にするため、スベークサが使用される。図166は、従来例におけるパネル構造を示す図であり、面縁の境界部分にスベークサ45が配置され、セル厚を規定する。スベークサ45は、例えば、所定の直径を有する球である。

【0201】図167は第43実施例のパネル構造を示す図であり、(1)が第43実施例のパネル構造を、(2)はその変形例を示す。図167の(1)に示すように、第43実施例のパネルでは、画素の周辺部に設けられる突起79をセル厚まで厚くし、突起79によりセル厚を規定する。なお、この図では、突起16側に形成してよい。このように構成することにより、スベークサを必要となく、突起79の透光性を有する材料で形成する必要はなく、透明な材料で作ってもよい。

【0202】図167の(1)に示した第43実施例では、突起79でセル厚を規定していたが、突起の形成精度でセル厚の精度が左右され、スベークサを使用した場合に比べ精度が落ちる。第16実施例の形で突起にパネルを製作した結果、セル厚のパラッキは±0.1μm以内に制御でき、このレベルであれば現状では特に問題にならないが、厳密なセル厚の制御が必要な場合には向かない。図167の(2)に示す変形例はこのような問題を解決するための構造である。図167の(2)の変形例では、突起80を形成する樹脂の中にスベークサ45を埋

33 ぜて塗布し、それをパターンニングして突起を形成する。
この変形例では、スペーサが不要であるという第43実施例の利点は失われ、突起パターンとの形成精度に左右されずセル厚を規定できるという利点がある。実施例に図167の(2)の形でパネルを製作した結果、セル厚は±0.05mmの精度にすることができた。また、スペーサを必要としないことは変わらないが、樹脂にスペーサを混入させて突起の樹脂と同時にスペーサをセル上に配置するため、あらかじめパネル化工程でスペーサを散布する必要がある、プロセスは増加しない。
【0203】図168も第43実施例の変形例を示す図であり、(1)は図167の(1)の第43実施例における突起79を、透光性の材料で作った突起81としたもので、(2)は図167の(2)の突起80を、透光性の材料で作った突起82としたものである。前述のように、図167の(1)と(2)において、突起79又は80を透明材料で形成してもこれらの突起はブラックマトリクスの機能に十分に乗るが、これを透光材料で形成した方が、より完全な透光性が得られる。
【0204】図169も第43実施例の変形例を示す図であり、突起83をCF基板16に、突起84をTFT基板17にそれぞれ形成し、それらを接触させることでセル厚を規定している。効果については第43実施例及びその変形例と同じである。第43実施例及びその変形例では、画面の周辺部に設ける突起でセル厚を規定しているが、配向剤用の突起、例えば、図162の突起20Aでセル厚を規定することも可能である。
【0205】更に、第40実施例、第43実施例及び第43変形例の変形例では、画面の全周辺部にわたって突起を形成したが、突起を画面の周辺部の一部にのみ形成することも可能である。例えば、第40実施例、第43実施例及び第43変形例の変形例の突起77、79～84を、透光性の材料で、各画面のTFT部分、すなわち、図162の参照番号78で示す部分にのみ形成する。前述のように、VA (Vertically Aligned) 方式のようにITO電極に電圧が加わっていない時に液晶表示するいわゆるノーマリブラックモードのパネルでは、ブラックマトリクスを省略しても漏れ光はほとんど問題にならないので、TFTの部分のみを透光性の樹脂で覆い、画面周辺部のドレイバース、ゲートバス上には設けないようにすれば、前述の通り、透光性が減ればそれだけ開口率が向上し、有利である。
【0206】第43実施例では、ブラックマトリクスにスペーサの機能を持たせない場合には、従来の同様突起にスペーサの機能をもたせない場合には、従来の同様突起を有する或種のスペーサを散布した後、他方の基板を貼り合わせることにする。しかし、電極上に突起を形成すると、散布したスペーサの一部は突起上に位置することになる。スペーサの直径を突起の突起の高さより

34 するためにパネルに印刷される実効的な電圧が低下することになり、表示むらが発生する原因となる。また、イオンの混入は、パネルに表示の焼き付きを生ずる原因ともなり、更には電圧保持率の低下にもつながる。このようにイオンがパネルに混入することにより液晶パネルの表示品質や信頼性が低下してしまふ。
【0210】そのため、これまでの実施例で説明したドメイン規制手段として使用する電極上に形成された誘電体の突起にイオン吸着能力を設けることが望ましい。イオン吸着能力を持たせるには、2つの方法がある。1つは紫外線を照射することであり、他方はイオン吸着能力を有する材料を突起の材料に添加することである。紫外線を照射すると、突起形成材料の表面エネルギーが上がるので、イオン吸着能力が高められる。表面エネルギーは、表面エネルギーの極性項γ_pと表面エネルギーの分散項γ_dの和で表される。極性項はクーロン静電力によるものも、分散項はファンデルワールス力のうちの分散力に基づくものである。紫外線を照射すると、結合エネルギーの低い部位の結合の切断が起き、切断された箇所と空気中の酸素とが結合する。それにより、表面の分極率が増大し、極性項が大きくなり、表面エネルギーが増大する。分極の度合いが増すと、イオンは表面に吸着されやすくなる。すなわち、紫外線を照射することにより、突起表面がイオン吸着能力を有するようになる。紫外線を照射する際には、突起にだけ選択的に照射することが好ましいが、基板表面の結合よりも突起形成材料の結合の方が切れやすいので、パネル全面に紫外線を照射しても突起だけがイオン吸着能力を有するようになる。紫外線を照射した後、垂直配向膜を形成する。
【0211】イオン吸着能力を有する材料としては、イオン交換樹脂、キレート剤、シランカップリング剤、シリカゲル、アルミナ、ゼオライトなどが知られている。このうち、イオン交換樹脂はイオンを交換するもので、不純物として最初から存在していたイオンを捕足する材料に添加するには適さない。キレート形成能力を有する材料の中には、代わりのイオンを放出することなしにイオンを捕足する能力を有する材料が存在するので、このような材料を使用することが望ましい。このような材料としては、図173に化学式を示すようなクラウンエーテルや、図174に化学式を示すようなクリプタンドがある。更に、アルミナやゼオライトなどの無機材料もイオンを放出することなしにイオンを捕足する能力を有する。従って、これらの材料を使用する。なお、1つのイオン吸着材料だけでは吸着されるイオンの種類に限りがあるので、異なるイオンを吸着する材料を組み合わせて使用するとよい。
【0212】が型レジストで、幅7.5μm、高さが1.5μm、突起間の間隔が15μmの突起列を形成し、上記の各種のイオン吸着能力を持たせる処理を行い、製

34 作したパネルで初期のイオン密度及び200時間使用した後のイオン密度(単位pC)を測定した結果を図253に示す。図253において、例Cでは1500mJの紫外線を照射し、例Dではクラウンエーテルを0.5重量パーセント添加し、例Eではゼオライトを添加し、例Fではクラウンエーテルとゼオライトを添加した。なお、参考のためにイオン吸着能力を持たせる処理を行わない場合と比較例として示す。使用時には、0.1Hzの10Vの三角波を印加し、測定時の湿度は50°Cである。この結果から、イオン吸着能力処理の有無にかかわらずイオン密度の初期値はほぼ同じレベルである。しかし、200時間後のイオン密度は、処理を行わない時には大幅に増加しているが、処理を行えば増加が少ないことが分かる。
【0213】また、紫外線を照射したものと何ら処理を行わないものを実際に500時間ランニング試験したところ、処理を行わない場合には焼き付きが発生したが、紫外線を照射したものは焼き付きは発生しなかった。第40実施例では、ブラックマトリクスでCF基板16の側の突起パターンを形成する構成を開示しているが、これについてより詳しく説明する。
【0214】前述のように、従来の工程を利用してCF基板16に突起パターンを形成できれば、新たな工程を追加しないので、突起パターン形成のためのコスト増加を最小限に抑えられる。第45実施例は、従来の工程を利用してCF基板16に突起パターンを形成する変形例である。図175は、第45実施例のCF基板の構造を示す図である。図175の(1)に示すように、第45実施例では、CF基板16の上にカラーフィルタ樹脂5(CF樹脂) 39Rと39G(他に39B)を画面毎に形成する。そして、その上に、ブラックマトリクス、CF樹脂、その他平準化樹脂などの適当な材料で、所定の位置に突起ターン50Aを形成し、その上にITO(透明電極)12を形成する。ブラックマトリクスの材料は特に限定しないが、突起を形成するためにある程度の厚さが必要であり、それを考慮すると樹脂を使用することが望ましい。
【0215】図175の(2)は、第45実施例のCF基板の変形例を示す図であり、CF基板16の上に、ブラックマトリクス、CF樹脂、その他平準化樹脂などの適当な材料で、所定の位置に突起ターン50Bを形成する。その後、CF樹脂39Rと39Gを形成すれば、突起の部分はCF樹脂が重なるので厚くなりそのまます突起となる。これにITO(透明電極)12を形成する。
【0216】第45実施例の構造であれば、CF基板のいずれの位置にも突起が形成可能である。図176は、第46実施例のパネル構造を示す図である。第46実施例では、CF基板16の画面の周辺部、すなわち、CF樹脂39R、39G、39Bやブラックマトリクス34の継ぎ目の部分に突起50を形成し、TFT基板17に

はこの焼き目の中間に突起20Bを形成する。従って、CF基板16で各画素の焼き目の対向する一組の辺上に連続した突起、すなわち、直線状の突起パターンを形成する場合には、TFT基板の画素の中心付近にこの突起パターンに平行する直線状の突起パターンを形成する。また、CF基板16で各画素の焼き目のすべての辺上に連続した突起を形成する場合は、図8と図81に示すようなパターンになるのである。TFT基板17には、画素の中心付近に四角形状の突起を形成する。

【0217】第46実施例のパネル構造であれば、その構造は色々な態様が可能である。以下、第46実施例のCF基板の構造の例を説明する。図177から図182は、第46実施例のCF基板の構造例を示す図である。図177の(1)では、CF樹脂39Rと39Gの間にブラックマトリクス(BM)34を設けるもので、BM34をCF樹脂より厚く形成し、その上にITO電極12を形成する。BM34の部分に突起となる。この場合、BM34は樹脂などで形成することが望ましい。

【0218】図177の(2)では、CF基板12の上金属などで薄いBM34を形成し、その上にCF樹脂39R、39Gでカラーフィルタを形成した後、BM34及びCF樹脂以外の樹脂、例えば平準化材に使用される樹脂で突起71を形成し、更にITO電極12を形成する。この場合、図177の(1)と同様に、平準化材をCF樹脂より厚く形成する。

【0219】図178の(2)では、CF基板12の上金属の厚さ分のBM34を樹脂などで形成し、BM34に重なるようにCF樹脂39R、39Gでカラーフィルタを形成した後、更にITO電極12を形成する。BM34に重なるCF樹脂の部分に突起になる。図179の(1)では、CF基板12の上に金属などで薄いBM34を形成し、その上にCF樹脂39Rを形成した後、CF樹脂39Rに重なるようにCF樹脂39Gを形成し、更にITO電極12を形成する。CF樹脂が重なる部分に突起になる。突起の部分にはBM34があり、光を透過させないで、いずれのカラーフィルター樹脂が通過できるため、工程は増加しない。

【0220】図179の(2)では、図177の(1)で、平準化材71とCF樹脂39R、39Gの一部が重なるように形成する。平準化材71とCF樹脂の重なる部分が突起になる。これにより、平準化材71を突起の高さ分まで薄くできる。以上の構造は、突起の上にITO電極を形成し、電極に突起がある構造であるが、次にITO電極の上に絶縁材料で突起を形成する例を説明する。

【0221】図180では、CF基板16にCF樹脂39R、39Gでカラーフィルタを形成した後、更にITO電極12を形成し、その上にBM34で突起を形成する。この場合も工程は増加しない。図181の(1)では、CF基板16に薄いBM34を形成した後、ITO電極12を形成し、その上にCF樹脂39R、39Gでカラーフィルタを形成する。その際、CF樹脂39R、39Gを重ねて突起とする。この場合も工程は増加しない。

【0222】図181の(2)では、CF基板16に薄いBM34を形成した後、CF樹脂39R、39Gでカラーフィルタを形成し、更にITO電極12を形成し、その上に平準化材で突起50Eを形成する。図182の(1)では、CF基板16にITO電極12を形成した後、その上にCF樹脂39R、39Gでカラーフィルタを形成し、BM34で突起を形成する。

【0223】図182の(2)では、CF基板16に薄いBM34を形成した後、その上にCF樹脂39R、39Gでカラーフィルタを形成し、平準化材50F表面を平準化する。その上にITO電極12を形成し、更にBM34を形成し、突起とする。図183と図184は、第47実施例におけるカラーフィルタ(CF)基板の製造工程を説明する図である。このCF基板は、ドメイン規制手段として突起を有するものである。

【0224】図183の(1)に示すように、ガラス基板16を用意する。次に、(2)に示すように、ガラス基板16上に、ネガ型のCFのブルー用フィルム用樹脂(B樹脂：富士電子製QB-7001)39B'を1.3μm塗布する。(3)に示すように、図示するフォトマスク370を使用したフォトリソグラフィ法により、ブルー(B)画素部、BM部及び突起20Aの部分にB樹脂を形成する。次に、(4)に示すように、レッド用フィルム用樹脂(R樹脂：富士電子製QR-7001)39R'を塗布し、フォトマスク371を使用したフォトリソグラフィ法によりレッド(R)画素部、BM部及び突起20Aの部分にR樹脂を形成する。更に、(5)に示すように、グリーン用フィルム用樹脂(G樹脂：富士電子製QG-7001)39G'を塗布し、フォトマスク372を使用したフォトリソグラフィ法によりグリーン

【0225】以上の工程により、B、G、Rの各画素部に形成する。この構造であれば、カラーフィルタを形成する工程で突起が形成できるため、工程は増加しない。図177の(1)で、平準化材71とCF樹脂39R、39Gの一部が重なるように形成する。平準化材71とCF樹脂の重なる部分が突起になる。これにより、平準化材71を突起の高さ分まで薄くできる。以上の構造は、突起の上にITO電極を形成し、電極に突起がある構造であるが、次にITO電極の上に絶縁材料で突起を形成する例を説明する。

1. 0～1.5μm塗布後、プリベークし、ガラス基板16の背面からCF樹脂を通して、365nmの波長を含む紫外線を1000mJ/cm²露光する。B、G及びRの樹脂が3層重なる部分は、紫外線の透過率が他の部分にくらべて低いため、露光の強度に達しない。そしてアルカリ現像液で現像すると、露光されなかったB、G及びRの3層の樹脂が重なる部分で、230°Cのオーブンで1時間ポストベークする。更に、垂直配向膜22を形成して、CF基板が完成する。

【0225】図185は、上記のようにして製作したCF基板16とTFT基板17を貼り合わせ完成した液晶パネルの断面図である。TFT基板17には、ドメイン規制手段として、画素電極13にスリット21が設けられており、その上には垂直配向膜22が形成されている。参照番号40は、ゲート保護膜やチャンネル保護膜である。なお、遮光が必要な部分には、BM34とB、G及びRの3層の樹脂が重なっており、遮光性は良好である。また、CF基板16の突起20AとTFT基板17のスリット21が液晶の配向を分割し、良好な視角特性及び高い動作速度が得られる。

【0226】以上説明する例による、第47実施例では、CF基板のドメイン規制手段である突起20A及びBM34を形成する場合に、パターニングを行う必要がなく、背面露光によりパターニングができるため、突起20A及びBM34の形成工程が簡単になり、コストが低減され、歩留まりが向上する。なお、第47実施例では、CFの形成に顔料分散法を用いているが、染色法や、ポリミッドなどに顔料を分散させている非発光性レジストをエッチングで形成する場合にも同様に適用可能である。また、第47実施例では、突起20A及びBM34の部分にCF樹脂を3層重なるが、背面露光時の照射光の波長と照射エネルギーを適宜に選択すれば、2層でも可能である。

【0227】第47実施例では、CF基板にBMと共にドメイン規制手段である突起をパターニングなしに形成したが、突起を形成せずにBMのみを形成する場合にも当然適用可能である。第48実施例は、第47実施例と同様の方法で突起は形成せずにBMを形成する実施例である。図186は、第48実施例におけるCF基板の製造工程を説明する図であり、図187は第48実施例のパネル構造を示す図である。

【0228】第48実施例は、突起に対応する部分にCF樹脂を重ねずにBMに対応する部分にのみCF樹脂を重ねてBM突起381を形成する。次に、平準化材を塗布し、図186の(1)に示すように、ITO膜12を形成し、上記の黒色色材レジスト380を所定の厚さ、例えば約2.0μm～2.5μm塗布する。その上で背面露光して現像することにより、図186の(2)のように、BM突起381の上にBMレジスト380を重ねたパネルが得られる。BM突起381とBMレジスト380

80の両方でBMをなす。

【0229】このようなCF基板とTFT基板を貼り合わせて図187の(1)に示すようなパネルを製作する。図187の(2)は、(1)の点線の部分の拡大図であり、BM突起381とBMレジスト380の両方に接触しており、BM突起381とBMレジスト380の間で基板間の距離を規定している。すなわち、BM突起381とBMレジスト380がスペーサの役割を果たしている。

【0230】以上説明するように、第48実施例では、BMをパターニングする必要がある工程が簡単になる上、BMがスペーサの役割を果たすためスペースを設ける必要がない。なお、第48実施例では、レジストレジストを使用して背面露光によりパターニングせずにBMを形成したが、フォトリソグラフィ法でパターニングするのであれば、ネガ型、ポジ型両方のレジストを使用してもよい。又、当然、黒色だけでなくドメイン規制手段である突起や、スペーサの働きをするので、第47実施例でも有効である。

【0231】次に、第48実施例でCF樹脂を重ねた突起381をそのままBMとして利用する例を説明する。図188は、第48実施例におけるCF基板の製造工程を説明する図であり、図189は第48実施例のパネル構造を示す図である。図188の(1)に示すように、BMの部分にCF樹脂を3層重なる光をほとんど透過しない突起381を形成する。次に、(2)に示すように、上記の透明平準化樹脂をスピニングで約1.5μm塗布し、230°Cで1時間ポストベークした後、ITO膜12を形成する。更に、(3)に示すように、ポジレジスト(シプレレフアーイースト社製SC-181)を約1.0～1.5μm塗布し、プリベーク後フォトリソグラフィ法により突起20Aを形成する。B、G及びRのCF樹脂を3層重なる突起381は、光をほとんど透過しないのでBMとして作用する。このようにして完成したCF基板16をTFT基板16とスペーサ45を介して貼り合わせるにより、図189のようなパネルが完成する。

【0232】第49実施例から、第49実施例では、CF樹脂を重ねてBMを形成する例を説明したが、ネガ型液晶を挟持するVA方式の液晶表示装置は、ノーマリブランクであり、電圧が印加されない非画素部はほとんど光を透過しない。そのため、非画素部を遮光するBMは、ノーマリホワイトの場合には問題になるような光透過率のものでも使用できる。すなわち、BMはある程度の低い光透過率であればよいといえる。第50実施例は、このような点に着目してCF基板の製造を簡便にする実施例であり、1つのCF樹脂、具体的にはB樹脂をBMとして使用する。これでも表示品質としては問題を生じない。

【0233】図190は、第50実施例におけるCF基

板の製造工程を説明する図であり、図191は第50実施例のパネル構造を示す図である。図190に示すように、ガラス基板16上に、R、G（富士ハント社製：07001、08-7001）の2色のCF樹脂を形成後、ネガ型B感光性樹脂（富士ハント社製：08-7001）をスパコンタクトもしくはロールコートにより塗布しブリアベークする。その後、ガラス基板16の背面より、3.65mmの波長を含む紫外線を300mJ/cm²で露光し、アルカリ現像液（富士ハント社製：00）で現像し、230°Cのオーブンで1時間がストベークする。その後、ITO膜を成膜し、更に垂直配向膜を形成する。すなわち、R、GのCF樹脂が形成されている部分以外には樹脂が形成されることがなる。従って、BMを形成して透光する必要のある部分にはR、GのCF樹脂を形成しないようにしておけば、透光する必要のある部分にはB樹脂が形成される。

【0234】図191の(1)に示すように、透光する必要があるバスライン31、32の部分や、TFTの部分にBMとしてB樹脂39Bが形成される。なお、図191の(2)は、(1)の点線の円部分を拡大した図であり、図示のように、矢印で示すCF側光光部（B樹脂）382の幅を、TFT基板17のバスライン31、32の幅に2枚の基板を貼り合わせる時マージン①を加えた幅にすることにより、高開口率を得ることもできる。

【0235】第50実施例では、一般に透光波長のg、h、i線の透過率が、B樹脂>R樹脂>G樹脂であるためB樹脂を最後に形成したが、露光感度の高い（露光量の少ない）CF樹脂、透光波長が短波長の高いCF樹脂を最後に形成すると既に形成した樹脂上に最終形成色の樹脂残りが発生しにくく効果的である。更に、一色目に露光装置の位置アライメントマークの識別しやすい色（透過光では一般にB>R>G）樹脂を用い、面素パターンと共にアライメントマークを形成することもある。

【0236】図192は、第51実施例のCF基板の構造を示す図である。従来の液晶表示装置では、ガラス基板16の上に金属膜のBM34を形成し、その上にCF樹脂を形成し、その上に更にITO膜を形成していた。これに対して、第51実施例では、ITO膜の上にBMを形成する。第51実施例においては、これまで説明した実施例のように、ガラス基板16上にCF樹脂39をパターンニングして形成する。必要に応じて透明平準化材を塗布してもよい。次に、透明なITO膜12を成膜し、その上の図示の部分に透光膜383を形成する。例えば、ITO膜12をマスクを介して0.1μm程度スパットし、その上に透光膜としてCrを0.1μm程度成膜する。更に、透光膜の上にレジストを厚さ1.5μm程度スパコンタクトなどの塗布方法で均一に塗布し、透光膜のパターンの露光、現像、エッチング、剥離

を行い、透光膜383を形成する。透光膜383はCrで導電性であり、ITO膜12との接触面積も大きいことめ、基板全体におけるITO膜12の抵抗を低くするという効果がある。なお、ITO膜12や透光膜383の形成は、どのような方法で行ってもよい。例えば、従来の方法は、ITO膜12の成膜後、アニールして基板表面を行きC膜を成膜するが、第51実施例では、ITO膜12とC膜の成膜を一装置内で連続で行うことが可能になり、洗浄工程が削減できるので、工程が簡略化できる。従って、成膜装置を削減でき、装置も小型になる。

【0237】図193は、第51実施例のCF基板の形状を示す図である。図193の(1)では、3つのCF樹脂を形成した後、CF樹脂の境界部の襟に別の樹脂384を形成した上で、ITO膜12と透光膜383を形成している。図193の(2)では、図190で説明した第50実施例と同様に、2つのCF樹脂39Rと39Gを形成した後、B樹脂を1.5μm程度塗布し、背面露光し、現像して平坦な表面を形成した。その上にITO膜12と透光膜383を形成する。これであれば、CF層の表面が平坦であるため、ITO膜の断層がなくなり、更に基板全体におけるITO膜12の抵抗を低くできる。

【0238】なお、透光膜383の下に樹脂384又は39Bとして、反射率の低い着色樹脂を使用すれば、透光部の反射率が低くなり、液晶表示装置の外光の反射をより低減にすることが可能である。更に、透光膜383の下に樹脂384又は39Bとして、透過率の低い着色樹脂を使用すれば、透光部の透過率が低くなり、液晶表示装置を高コントラスト化することが可能である。

【0239】また、図193の(2)の構造であれば、CF樹脂34Bを形成する時にパターンニングする必要がないため、その分高価なパターンニング可能な露光装置を使用する必要がなくなり、設備投資を少なくでき、コストも低減できる。図194は、第51実施例の変形例を示す図であり、透光膜上に塗布するレジストにあらかじめ液晶膜の厚さを制御するスベーパーを混入することにより、レジストのパターンニング後、任意の形状に形成した透光膜上にスベーパー45が形成される。これにより、スベーパーの散布工程が不要になる。

【0240】図195は、第51実施例の変形例のCF基板を示す図である。この実施例では、第51実施例において、ITO膜12にCFを成膜し、その上にレジストを塗布した後、透光膜383をパターンニングして露光する時に、ドメイン規制手段として働く突起の部分も一緒にパターンニングする。そして、現像及びエッチングを行った後、レジストを剥離せずそのまま残す。これにより、CF基板16にはドメイン規制手段として働く絶縁性の突起387が形成される。このようなCF基板を使用して、図196のような構造のパネルが実現され

る。【0241】第47実施例などで説明したように、CF基板16では、CF層を形成した後、アクリル樹脂などの平準化剤を塗布して表面を平準化した後ITO膜の電極12を形成していた。しかし、工程の簡略化のためにこの工程を省略する場合は、このような平準化のための層を有しないものをトップコート無し（C膜）のCF基板と呼んでいる。トップコート無しで電極12を形成すると、次のような問題が生じる。各CF層の間の部分に塗布パッチの方向に異質性があるため、各CFの平坦な部分にはITO膜が密に付くに対して、各CFの間の部分にはITO膜が密に付いてしまう。このため、電極の部分に付いたITO膜には平坦な部分のITO膜より大きな隙間が空いていることになる。

【0242】このため、CF基板上に垂直配向膜を塗布あるいは印刷する場合、塗布/印刷後からブリアベーク（ベーク）を行うまでの間に配向膜に含まれている溶剤が、溝の部分からCF層に入り込む、入り込んだ溶剤はブリアベークを行っても内部に残り、組み立てた後に出てき、配向膜表面にクラックなどを生じさせる。クレータのように、各CF層の間にクロマへの入込みは防止でき、これにより配向膜の溶剤のCF層への入り込みは防止できるようにする。次に説明する第52実施例では、配向膜の溶剤のCF層への入り込みを防止するために各CF層の間に設けた樹脂を突起として利用する。

【0243】図254は、第51実施例の変形例のCF基板の製作方法を示す図である。(1)は、トップコート無しのCF基板であり、RGBの各CF層が形成され、境界部分の下には透光膜34が形成されており、上には電極用のITO膜12が形成されている。(2)のように、ポジフォトリジスト389を塗布する。(3)のように、ガラス基板の側から露光線を照射し、現像すると、(4)のように透光膜34の部分に突起390が形成される。突起390は、垂直配向膜の塗布時には溶剤のCF層への浸入を防止する。更に、組み立てられた後は、面素の境界に設けられたCF基板側の突起20Aとして機能する。

【0244】以上、本発明の液晶表示装置のパネル構造について説明したが、このようなパネルに適した応用例を説明する。図197は、本発明の液晶表示装置を使用した製品の例であり、図198はこの製品の構成を示す図である。図198に示すように、液晶パネル100には表示面111があり、これまで説明したように視角特性が良好で正面からだけでなく、大きな角度傾いた方向からも表示される画像を、高コントラストで階調反転を生じることなしに良好な品質で見ることができ、液晶パネル100の後方には、光源114と、光源114からの照明光を液晶パネル110を一緒に照明する光に

するためのライトボックス113が設けられている。

【0245】図197に示すように、この製品では、表示スクリーン110の部分が高コントラストであり、用途に応じて横型のディスプレイとしても、縦型のディスプレイとしても使用できる。このために、45度以上傾けたことを検出するスイッチが設けられており、このスイッチの状態を検出して横型のディスプレイとして表示を行うか、縦型のディスプレイとして表示を行うかを切り換えるようになっている。このように切り換えを行うためには、画像表示用のフレームメモリからの表示データの読出を90度異なる方向から行う機構等が必要であるが、このための技術は広く知られているので、ここでは説明を省略する。

【0246】本発明の液晶表示装置をこのような製品に適用した場合の利点について説明する。従来の液晶表示装置では視角は狭いため、大きな表示面になると周辺部に対する視野角が大きくなり周辺部が見にくかった問題が生じていた。しかし、本発明を適用した液晶表示装置は大きな視角でも高いコントラストの表示が得られ、図197のような製品では表示面の長い方の周辺部に対して視野角が大きくなる。そのため、このような製品には液晶表示装置は使用できなかったが、本発明の液晶表示装置であれば視野角が大きいため、十分に適用可能である。

【0247】これまで説明した実施例では、配向を主として4つの90°ずつ方位の異なる領域を主として2つの90度ずつ方位の異なる領域に分割した装置を示したが、これらを本発明に適用した場合について考察する。配向を90°ずつ方位の異なる4つの領域に分割した場合には、ほぼ全方向について良好な視角特性が得られるので、配向の方向をいずれに設定しても特に問題は生じない。例えば、図46に示す突起パターンを画面に設けて図199の(1)に示すように配置した場合、表示が良好に見える視角は、左右方向と上下方向共に80°以上であるため、回転して突起パターンが図の右のようになっても特に問題は生じない。

【0248】これに対して、配向を180°方位の異なる2つの領域に分割した場合には、配向分割した方向の視角特性は改善されるが、それに90°異なる方向はあまり視角特性が改善されない。そのため、左右方向と上下方向にはほぼ等しい視角特性が必要な場合には、図199の(2)に示すように、突起パターンを画面に斜めの方向に走らせることが望ましい。

【0249】次に、本発明の液晶表示装置の製造工程について簡単に説明する。一般に、液晶パネルの製造工程は、図200に示すように、基板の洗浄工程501、グレート電極形成工程502、動作層形成工程503、面素形成工程504、保護層形成工程505、面素形成工程506、及び組み立て工程508の順で行

われるが、絶縁性の突起を形成するのであれば画素電極形成工程506の後で、突起形成工程507を設ける。

【0250】図201に示すように、突起形成工程は、レジスト被布工程511と、塗布したレジストを焼成するプリベーク工程512と、突起の部分を覆すように露光する突起形成工程513と、突起以外の部分を除去する現像工程514と、残った突起を焼成するポストベーク工程215で構成される。第1実施例で説明したように、この後の工程で行われる配向膜形成工程でレジストが配向膜と反応する可能性があり、ポストベーク工程515では、それを考慮して、ある程度高温で焼成を行う事が望ましい。その場合、突起の断面が薄針状に傾斜すれば配向の安定性も増す。

【0251】ドメイン規制手段として窪みを形成する場合にもほぼ同じ工程で行われるが、電極にスリットを形成する場合に、図200の画素電極形成工程506で、画素電極にスリットを設けるようなパターンを形成すればよいので、突起形成工程507は必要なくなる。図201に示したのは、突起パターンを感光性レジストで形成する場合であるが、突起パターンを印刷で形成することもできる。図202は、凸版印刷で突起パターンを形成する方法を示す図である。図202に示すように、突起パターンをAPR樹脂製のフレキシブルな凸版604に形成し、これを版頭と呼ばれる大きなロール603の表面に固定する。版頭はアニックスロール605、ドクターロール606及び印刷ステージ602と運動して回転する。突起形成用ポリイミド樹脂溶液がディスプレイ607でアニックスロール605上に滴下されると、ドクターロール606により引き伸ばされてアニックスロール605上に均一に展開され、展開された樹脂溶液は凸版604に転写され、凸版604の凸部に転写された溶液が印刷ステージ602上の基板609に転写される。この後、焼成などの処理を行う。他にも微かなパターンを印刷で形成する方法が各種実用化されており、それらを使用して突起パターンを形成できれば、低コストで突起パターンを形成できる。

【0252】次に、上下基板を貼り合わせた後の、液晶パネルへの液晶の注入処理を説明する。図18で説明したように、液晶パネルの組み立て工程で、CF基板とTFT基板を貼り合わせた後、液晶を注入するが、VA型TFT方式のLCDはセル厚が狭く、液晶注入の時間が長くなるが、突起を設けるため液晶注入の時間が長く、液晶注入の時間をできるだけ短くすることが望まれている。

【0253】図203は、液晶インジェクション注入装置の構成を示す図である。この装置の詳しい説明は省略するが、液晶パネル100の液晶注入口に注入コネクタ615を接続し、液晶供給加圧タンク614から液晶を供給する。それと同時に、液晶の排気口10に排気コネクタ618を接続し、排気用の真空ポンプ620で液晶パネル

して貼り合わせ、液晶を注入してパネルを製作した。その結果、ポリウレタン系樹脂700は、縦及びセル厚(セルギャップ)形成により、面積を広げ $15\mu\text{m}$ 角に広がり、ポリウレタン系樹脂700を中心として0.5～2mmの範囲で液晶汚染による表示不良が認められた。

【0258】ポリウレタン系樹脂700の大きさを変化させて、液晶の汚染領域の大きさを調べた結果を図209に示す。パネル上で0.3mm角以内の表示以上であれば問題ないとするれば、ポリウレタン系樹脂の大きさは $5\mu\text{m}$ 角以下にする必要がある。これは皮膚についても同様であった。上記のように、ポリウレタン系樹脂や皮層は液晶の比抵抗を低下させ、それが原因で表示不良が発生する。ポリウレタン系樹脂の侵入量と比抵抗の低下の関係を調べた。図210は、ゲートがオンの状態を想定して、図211に示す液晶画素の等価回路の周波数特性の計算結果を示す図である。グラフは、液晶画素の等価回路において、抵抗が 9.1×10^9 、 9.1×10^{10} 、 9.1×10^{11} 、 $9.1 \times 10^{12}\Omega$ の場合の周波数に対する実効電圧の変化を示す。これから、液晶の抵抗値の低下で実効電圧の低下を生じることが分かる。実際の表示に関係する $1 \sim 60\text{Hz}$ の周波数範囲では、3桁以上の比抵抗の低下で表示の異常が発生することが分かる。

【0259】図211と図212は、液晶画素が電荷を保持している状態を想定して、抵抗が 9.1×10^{10} 、 9.1×10^{11} 、 $9.1 \times 10^{12}\Omega$ の場合に、一旦蓄積した電荷をどれだけの時間で放電するかを示す図である。なお、参考として、配向膜だけが存在する場合の例を示す。配向膜は抵抗が大きく、時定数が大きいので、放電現象にはほとんど寄与しない。図212は、図211の0.2ms以下の部分を拡大して示す。これから、液晶抵抗が2桁以上低いと、60Hzで黒しみが現れ始めることが分かる。

【0260】以上のことから、ポリウレタン系樹脂や皮層により抵抗が2～3桁低下すると問題になることが分かる。次に、フェニルケトン樹脂を液晶に入れた後、超音波を10秒かけ、その後放置して上澄み液の比抵抗を測定した。この結果から、ポリウレタン系樹脂の侵入量がセル比で1/1000程度で比抵抗が桁程度低下することが分かった。

【0261】以上のことから、ポリウレタン系樹脂や皮層の侵入量をセル比で1/1000以下にすれば、表示むらば問題は生じないレベルであることが分かった。ポリウレタン系樹脂や皮層の侵入量を上記のようなレベル以下にするには、液晶パネルを製造するクリーンルーム内のポリウレタン系樹脂や皮層の汚染レベルを上記のレベルに対応したクリーン度にする必要がある。更に、組み立て工程の前に純水で基板表面を洗浄する工程を設ける。

【0262】以上、ドメイン規制手段で液晶の配向を分けるVA方式の液晶表示パネルの実態例について説明した。すでに説明したように、視角特性を向上させる方法として、位相遅フィルムを使用することが知られている。次に、図55に示したような1画素内で液晶の配向方向を等しい割合で4分割するVA方式の液晶表示パネルに適した位相遅フィルムの特性と配置の実態例を説明する。

【0263】図213は、VA方式の液晶パネルの基本構成を示す図である。図213に示すように、2枚の基板の間に形成した電極12と13の間に液晶を挟持することにより、液晶パネルが実現され、両側には収収輪が互いに直交する2枚の偏光板11と15を配置する。ここで使用される液晶パネルは、垂直配向型を形成し、負の誘電率異方性を有する液晶を使用し、図示のように上基板12と下基板13のラビングの方向を 180° 異ならせ、偏光板11と15の収収軸に対して 45° をなすようにしたVA方式の液晶表示パネルである。この装置において、パネルを斜め 80° までのあらゆる方位から見た時の等コントラスト曲線を図214に、8階調動作時に階調反転を生じる視角領域を図215に示す。これらの結果から 0° 、 90° 、 180° 、 270° の方位におけるコントラストが低く、かなり広い視角範囲において階調反転が生じることが分かる。

【0264】図216に示すように、図55に示すような突起パターンが形成された2枚の液晶基板91と92で構成される液晶パネルを使用し液晶表示装置において等コントラスト曲線を図217に、8階調動作時に階調反転を生じる視角領域を図218に示す。ここでは、従来のVA方式に比べて、階調反転については改善されているがまだ不十分であり、コントラストについてはあまり改善していないといえる。

【0265】本出願人は、特開平8-419266号、それを被発達の基礎とする特開平9-29455号及び特開平8-259872号で、ラビングにより配向分割されるVA方式の液晶表示装置において、位相遅フィルムを設けることにより視角特性が改善されることを開示している。しかし、突起、窪み、面露電極のスリットで配向分割する場合については、何ら言及していない。

【0266】以下、突起、窪み、電極に設けたスリットにより各画素内で配向分割するようにしたVA方式の液晶表示装置における視角特性を、位相遅フィルムを設けることにより更に改善する場合の条件を説明する。まず、本発明において使用する位相遅フィルムについて、図219を参照して説明する。図219に示すように、フィルム面内方向の屈折率を n_x 、 n_y 、厚さ方向の屈折率を n_z とした時、本発明において使用する位相遅フィルムでは、 n_x 、 $n_y \geq n_z$ (但し、 $n_x = n_y = n_z$ は除く)の関係が成り立つ。

【0267】ここで、 $n_x > n_y = n_z$ の関係が成り立

つ位相差フィルムを、本明細書では位相差フィルム内に光学的に正の一軸性を有する位相差フィルムといひ、以降、このフィルムを単に正の一軸性フィルムと呼ぶ。屈折率 n_x 、 n_y のうら大きい方の方向を遅相軸と呼ぶ。この場合には $n_x > n_y$ であるから x 方向を遅相軸と呼ぶ。位相差フィルムの厚さを d とすると、この正の一軸性フィルムを通過することにより、面内方向に $R_x = (n_x - n_y) \cdot d$ のリタデーションを生じる。以降、正の一軸性フィルムのリタデーションといった場合には、面内方向(正面)のリタデーションを指すものとする。

【0268】また、 $n_x = n_y > n_z$ の関係が成り立つ位相差フィルムを、本明細書ではフィルム面の法線方向に光学的に負の一軸性を有する位相差フィルムといひ、以降、このフィルムを単に負の一軸性フィルムと呼ぶ。位相差フィルムの厚さを d とすると、この負の一軸性フィルムを通過することにより、厚さ方向に $d = (n_x + n_y) / (2 - n_z) \cdot d$ のリタデーションを生じる。以降、負の一軸性フィルムのリタデーションといった場合には、厚さ方向のリタデーションを指すものとする。

【0269】更に、 $n_x > n_y > n_z$ の関係が成り立つ位相差フィルムを、本明細書では2軸性を有する位相差フィルムといひ、以降、このフィルムを単に2軸性フィルムと呼ぶ。この場合には、 $n_x > n_y$ であるから x 方向を遅相軸と呼ぶ。位相差フィルムの厚さを d とすると、フィルム面内方向のリタデーションは $(n_x - n_y) \cdot d$ (但し、 $n_x > n_y$ の時)、フィルムの厚さ方向のリタデーションは $(n_x + n_y) / (2 - n_z) \cdot d$ である。

【0270】図220は、本発明の第53実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。基板91と92の一方のCF基板の液晶に面する側には、カラーフィルターや共通電極(ベタ電極)が形成され、他方のTFT基板の液晶に面する側には、TFT素子やバスラインや画素電極が形成されている。基板91と92の液晶に面する側には、垂直配向材料を転写印刷により塗布し、 180° Cで焼成することにより垂直配向膜が形成されている。垂直配向膜の上に、ボジ型感光製膜材料をスピンコートにより塗布し、プリベーク、露光、ポストベークにより、図55に示した突起パターンが形成されている。

【0271】基板91と92とは、直径 3.5mm のスペーサを介して張り合わせられ、負の誘電率異性を有する液晶材料を封入し、液晶パネルと表示装置は、第1の偏光板11と、第1の正の一軸性フィルム94と、液晶パネルを構成する2枚の基板91と92と、第2の正の一軸性フィルム94と、第2の偏光板15とがゴムの接着剤で固定されている。なお、第1の正の一軸性フィルム94の遅相軸は第1の偏光板11の吸収軸と直交し、第2の正の一軸性フィルム94の遅相軸は第2の偏光板15の吸収軸と直交するように配置されている。

【0272】第52実施例において、第1及び第2の正の一軸性フィルム94のリタデーション R_0 と R_1 をそれぞれ 110nm とした場合の、等コントラスト曲線を図221に、8階調駆動時に階調反転が生じる視角領域を図222に示す。図217及び図218と比較して明らかになく、高いコントラストが得られる範囲が大幅に広がる。階調反転は全範囲で生じなくなり、視角特性が大幅に改善された。

【0273】ここで、図220の構成で、第1及び第2の正の一軸性フィルム94のリタデーション R_0 と R_1 をそれぞれに変化させて視角特性を調べた。調べた方法は、 R_0 と R_1 を変化させ、パネルの右上(45° 方位)、左上(135° 方位)、左下(225° 方位)、右下(315°)において、コントラストが 10 になる角度を求め、 R_0 と R_1 の遅相上でその角度が同一になる R_0 と R_1 の点を線で結んだ等高線グラフを図223に示す。なお、パネルの右上、左上、左下、右下の等高線グラフは同一であった。これは、図55に示す突起パターンを使用したため、配向分割による4つの領域が等しいためであると思われる。

【0274】図217において、 45° 、 135° 、 225° 、 315° の方位で、コントラストが 10 になる角度は 39° であり、図223において、コントラストが 10 になる角度が 39° 以上となる R_0 と R_1 の組合せでは、位相差フィルムを使用した効果があるといえる。図223上において、コントラストが 10 になる角度が 39° 以上となるのは、 R_0 と R_1 で以下の条件が満たされる時である。

【0275】 $R_1 \leq 450\text{nm} - R_0$ 、 $R_0 - 250\text{nm} \leq R_1 \leq R_0 + 250\text{nm}$ 、 $0 \leq R_0$ 及び $0 \leq R_1$

また、液晶セルのリタデーション $\Delta n \cdot d$ を実用的な範囲で変化させ、更にツイスト角を $0^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で変化させ、同時に R_0 と R_1 の最速条件を求めた結果、上記の条件と変わらないことが確認された。

【0276】図224は、本発明の第53実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。第52実施例と異なるのは、2枚の第1と第2の正の一軸性フィルム94が第1の偏光板11と液晶パネルの間に配置され、2枚の正の一軸性フィルム94は遅相軸が互いに直交し、第1の偏光板11に隣接する第2の正の一軸性フィルムの遅相軸は第1の偏光板11の吸収軸と直交するように配置されている点である。

【0277】第53実施例において、第1及び第2の正の一軸性フィルム94の位相差 R_0 と R_1 をそれぞれ 110nm と 270nm とした場合の、等コントラスト曲線を図225に、8階調駆動時に階調反転が生じる視角領域を図226に示す。図217及び図218と比較して明らかになく、高いコントラストが得られる範囲が大幅に広がる。階調反転が生じる範囲も大幅に縮小され、視角特性が大幅に改善された。

【0278】第52実施例と同様に、図224の構成で、第1及び第2の正の一軸性フィルム94のリタデーション R_0 と R_1 をそれぞれに変化させて視角特性を調べた結果を図227に示す。図227で示された特性は、図223と同じであり、コントラストが 10 になる角度を R_0 と R_1 の遅相上で等高線グラフとしたものである。これから、コントラストが 10 になる角度が 39° 以上となるのは、 R_0 と R_1 で以下の条件が満たされる時である。

【0279】 $2R_0 - 170\text{nm} \leq R_1 \leq 2R_0 + 280\text{nm}$ 、 $R_1 \leq -R_0 / 2 + 800\text{nm}$ 、 $0 \leq R_0$ 及び $0 \leq R_1$

また、第53実施例でも液晶セルのリタデーション $\Delta n \cdot d$ を実用的な範囲で変化させ、更にツイスト角を $0^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で変化させても、上記の条件と変わらないことを確認した。

【0280】図228は、本発明の第54実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。第52実施例と異なるのは、液晶パネルと第1の偏光板11の間に第1の負の一軸性フィルム95を、液晶パネルと第2の偏光板15の間に第2の負の一軸性フィルム95を配置する点である。

【0281】第54実施例において、第52実施例と同様に、図228の構成で、第1及び第2の負の一軸性フィルム95の厚さ方向のリタデーション R_0 と R_1 をそれぞれに変化させて視角特性を調べた結果を図229に示す。図229で示された特性は、図223と同じであり、コントラストが 10 になる角度を R_0 と R_1 の遅相上で等高線グラフとしたものである。これから、コントラストが 10 になる角度が 39° 以上となるのは、 R_0 と R_1 で以下の条件が満たされる時である。

【0282】 $R_0 + R_1 \leq 500\text{nm}$

ここで、第54実施例でも、液晶セルのリタデーション $\Delta n \cdot d$ を実用的な範囲で変化させ、 $\Delta n \cdot d$ と最速条件の上限との関係を調べた。その結果を図230に示す。これより、液晶セルの $\Delta n \cdot d$ を R_0 と R_1 とすると、各位置相対フィルムのリタデーションの和の最速条件は、 $1.7 \times R_0 + 50\text{nm}$ 以下である。

【0283】また、この条件はコントラストに関する特性であるが、同時に階調反転についても最速条件を検討した。コントラストの場合と同様に、図228の構成で、第1及び第2の負の一軸性フィルム95の厚さ方向のリタデーション R_0 と R_1 をそれぞれに変化させて、階調反転が生じる角度を求め、 R_0 と R_1 の遅相上で等高線グラフとしたのが図231である。図218で階調反転が生じる角度は 52° である。図231において階調反転が生じる角度が 52° 以上となる R_0 と R_1 の条件では、階調反転に関して位相差フィルムの効果があるといえる。図231において、階調反転が生じる角度が 52° 以上となるのは、 R_0 と R_1 について次の条件が

満たされる時である。

満たされる時である。

【0284】 $R_0 + R_1 \leq 345\text{nm}$

次に、液晶セルのリタデーション $\Delta n \cdot d$ を実用的な範囲で変化させ、 $\Delta n \cdot d$ と最速条件の上限との関係を調べた。その結果を図232に示す。これより、最速条件の上限は、液晶セルの $\Delta n \cdot d$ によらずにほぼ一定であり、各位相差フィルムのリタデーションの和の最速条件は 350nm 以下である。

【0285】コントラストが 10 となる角度は 50° 以上であることが図より、階調反転や実用的な液晶セルの $\Delta n \cdot d$ についても考慮すると、各位相差フィルム d のリタデーションの和は、 30nm 以上 270nm 以下であることが望ましい。また、ツイスト角を、 0° から 90° の範囲で変化させて同時に調べた結果、最速条件に変わりが無いことが分かった。

【0286】第55実施例は、図228の第54実施例の液晶表示装置の構成において、第1及び第2の負の一軸性フィルム95の一方を除いたものである。第55実施例において、1枚の負の一軸性フィルム95のリタデーションを 200nm とした場合の、等コントラスト曲線を図233に、8階調駆動時に階調反転が生じる視角領域を図234に示す。図217及び図218と比較して明らかになく、高いコントラストが得られる範囲が大幅に広がる。階調反転が生じる範囲も大幅に縮小され、視角特性が大幅に改善された。また、コントラストが 10 になる最速条件及び階調反転についての最速条件を検討したが、第54実施例の負の一軸性フィルム d のリタデーションの和に相当するリタデーションを有する1枚の負の一軸性フィルムを使用すればよいことが分かった。

【0287】第56実施例から第58実施例は、正の一軸性フィルムと負の一軸性フィルムを組み合わせて使用する実施例であり、配置の方法を各種の変形例があるが、第56実施例から第58実施例に示す構成が効果的であることが分かった。図235は、本発明の第56実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。第52実施例と異なるのは、液晶パネルと第1の偏光板11の間に配置される第1の正の一軸性フィルム94の代わりに負の一軸性フィルム95を使用する点である。

【0288】第56実施例において、正の一軸性フィルム94のフィルム面内方向のリタデーション R_0 を 150nm 、負の一軸性フィルム95の厚さ方向のリタデーション R_1 を 150nm とした場合の、等コントラスト曲線を図236に、8階調駆動時に階調反転が生じる視角領域を図237に示す。図217及び図218と比較して明らかになく、高いコントラストが得られる範囲が大幅に広がる。階調反転が生じる範囲も大幅に縮小され、視角特性が大幅に改善された。

【0289】第56実施例でも、コントラストについて最速条件を検討した。コントラストに関する最速条件を

83

図238に示す。図238に示された内容は、図223と同じである。図239は、本発明の第57実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。第52実施例と異なるのは、液晶パネルと第1の偏光板11の間に、正の1軸性フィルム94を配置し、この正の1軸性フィルム94と第1の偏光板11の間に正の1軸性フィルム95を配置した点である。正の1軸性フィルム94の遅相軸は第1の偏光板11の吸収軸に直交するように配置される。

【0290】第57実施例において、正の1軸性フィルム94のフィルム面内方向のリタデーション R_0 を50nm、負の1軸性フィルム95の厚さ方向のリタデーション R_1 を200nmとした場合の、等コントラスト曲線を図240に、8階調駆動時に階調反転が生じる視角領域を図241に示す。図217及び図218と比較して明らかのように、高いコントラストが得られる範囲が大幅に広がり、階調反転の生じる範囲も大幅に縮小される。

【0291】第57実施例でも、コントラストについて最悪条件を検討した。コントラストに関する最悪条件を図242に示す。図242に示された内容は、図223と同じである。図243は、本発明の第58実施例と異なる液晶表示装置の構成を示す図である。第52実施例と異なるのは、液晶パネルと第1の偏光板11の間に、負の1軸性フィルム95を配置し、この負の1軸性フィルム95と第1の偏光板11の間に正の1軸性フィルム94を配置した点である。正の1軸性フィルム94の遅相軸は第1の偏光板11の吸収軸に直交するように配置される。

【0292】第58実施例において、正の1軸性フィルム94のフィルム面内方向のリタデーション R_1 を150nm、負の1軸性フィルム95の厚さ方向のリタデーション R_0 を150nmとした場合の、等コントラスト曲線を図244に、8階調駆動時に階調反転が生じる視角領域を図245に示す。図217及び図218と比較して明らかのように、高いコントラストが得られる範囲が大幅に広がり、階調反転の生じる範囲も大幅に縮小され、視角特性が大幅に改善された。

【0293】第58実施例でも、コントラストについて最悪条件を検討した。コントラストに関する最悪条件を図246に示す。図246に示された内容は、図223と同じである。図247は、本発明の第59実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。第52実施例と異なるのは、液晶パネルと第1の偏光板11の間に、面内方向の遅相軸を n_x 、 n_y 、厚さ方向の遅相軸を n_z とした時に、 n_x 、 n_y 、 n_z の関係を有する位相遅延フィルム96を配置し、液晶パネルと第2の偏光板15の間の正の1軸性フィルム94が除かれている点である。位相差フィルム96のx軸は第1の偏光板11の吸収軸に直交するように配置される。

84

【0294】第59実施例において、位相差フィルム96のx軸を遅相軸、すなわち $n_x > n_y$ とし、フィルム面内方向のリタデーション R_{xz} を55nm、厚さ方向のリタデーション R_{yz} を190nmとした場合の、等コントラスト曲線を図248に、8階調駆動時に階調反転が生じる視角領域を図249に示す。図217及び図218と比較して明らかのように、高いコントラストが得られる範囲が大幅に広がり、階調反転の生じる範囲も大幅に縮小され、視角特性が大幅に改善された。

【0295】ここで、 $R_{xz} = (n_x - n_z) \cdot d$ 、 $R_{yz} = (n_y - n_z) \cdot d$ と定義する。第59実施例でもコントラストについて R_{xz} と R_{yz} をさまざまに変化させて最悪条件を検討した。コントラストに関する最悪条件を図250に示す。図250に示された内容は、 R_0 と R_1 がそれぞれ R_{xz} と R_{yz} に対応する以外が同じである。これらの結果から、コントラストが10になる角度が39°以上となるのは、 R_{xz} と R_{yz} について以下の条件が満たされる時である。

【0296】 $R_{xz} - 250 \text{ nm} \leq R_{yz} \leq R_{xz} + 150 \text{ nm}$
 m 、 $R_{yz} \leq -R_{xz} + 1000 \text{ nm}$ 、 $0 \leq R_{yz}$ 、 $0 \leq R_{xz}$
 位相差フィルム96の面内方向のリタデーションを R_0 、厚さ方向のリタデーションを R_1 とすると、
 $R_0 = (n_x - n_y) \cdot d = R_{xz} - R_{yz} \quad \dots (n_x \geq n_y \text{ のとき})$
 $R_0 = (n_y - n_x) \cdot d = R_{yz} - R_{xz} \quad \dots (n_y \geq n_x \text{ のとき})$
 $R_1 = ((n_x + n_y) / 2 - n_z) \cdot d = (R_{xz} + R_{yz}) / 2$

の関係が成り立つため、 R_{xz} 、 R_{yz} に関する最悪条件は以下のよう書き換えられる。

【0297】 $R_0 \leq 250 \text{ nm}$ 、 $R_1 \leq 500 \text{ nm}$
 すなわち、面内方向のリタデーションが250nm以下、厚さ方向のリタデーションが500nm以下で、2軸性位相差フィルムの遅相軸が隣接する偏光セルの遅相軸と直交するように配置することが望ましい。液晶セルのリタデーション $\Delta n \cdot d$ を実用的な範囲で変化させ、 $\Delta n \cdot d$ と最悪条件の上限との関係を調べた結果、面内方向のリタデーションの最悪条件は、液晶セルの $\Delta n \cdot d$ によらずに常に250nm以下であることが分かった。一方、厚さ方向の位相差の最悪条件は液晶セルの $\Delta n \cdot d$ に依存する。液晶セルの $\Delta n \cdot d$ と厚さ方向のリタデーションの最悪条件の上限との関係を調べた結果を図251に示す。これより、厚さ方向のリタデーションの最悪条件は、液晶セルの $\Delta n \cdot d$ を R_1 とすると、 $1.7 \times R_1 + 50 \text{ nm}$ 以下である。

【0298】なお、図247の構成で、液晶パネルの一方の側又は両側の第1の偏光板11又は第2の偏光板15との間の少なくとも一方に位相差フィルム96を複数枚配置した構成について同様に最悪条件を調べた。その結果、各位相差フィルム96の面内方向のリタデーション

85

ンがそれぞれ250nm以下で、且つ各位相差フィルム96の厚さ方向のリタデーションの和が $1.7 \times R_1 + 50 \text{ nm}$ 以下である場合は最悪条件であることが分かった。

【0299】また、ツイスト角を0°～90°の範囲で変化させて同様に最悪条件を調べたが、それぞれの最悪条件は変わらなかった。フィルム96としては、正の1軸性フィルム($n_x > n_y$ 、 $n_z = n_x$)、負の1軸性フィルム($n_x > n_y$ 、 $n_z = n_y$)が考えられ、そのいずれかを単独あるいはそれれを組み合わせて用いる場合が可能である。

【0300】側上、液晶パネルを構成する2枚の基板の液晶に面する側に突起列を設けて面内方向に配向分割する場合の最悪な位相差フィルムAの条件について説明したが、偏みや面電極のスリットで配向分割する場合も同様の条件で視角特性を改善できる。また、本明細書における偏光板は理想的な偏光板として記述している。従って、実際の偏光板の構成で用いられている、偏光子を保持するフィルム(TACフィルム)が有するリタデーション(厚さ方向の位相差が通常約50nm)は本発明の位相差フィルムAが有するリタデーションと合成して扱うべきことは自明である。

【0301】すなわち、TACフィルムに本発明の条件を具備させることによって、見かけ上位相差フィルムの配向をなくすることもありうるが、この場合にはTACフィルムが本発明の追加すべき位相差フィルムと同等に作用することは言うまでもない。以上、本発明の変形例について説明したが、本発明には他にも各種の変形が可能であり、特に突起パターンや形状などは、適用する液晶表示装置に応じて各種の変形例があり得る。

【0302】以上、本発明をTFT型液晶表示装置に適用した実施例を説明したが、本発明はこれ以外の液晶表示装置にも適用可能である。例えば、TFTでなく、反射型として使用されるMOS-FET方式のLCDや、能動素子としてMIN素子などのダイオードを使用した方式にも適用可能であり、TFT方式でもアモルファスシリコンを使用するものとシリコンを使用する両方に適用可能である。また、透過型のLCDだけでなく、反射型やプラズマドレッシングのLCDにも適用可能である。

【0303】

【発明の効果】従来のTN型LCDは視角範囲が狭く、視角特性を改良したIPS型LCDは応答速度が十分でなく動画表示には使用できないなどの問題があったが、本発明を適用すればこれらの問題を解決し、IPS型LCDの視角特性を有すると共にTN型LCDを破ぐ応答速度のLCDが実現できる。しかも、それぞれの基面に突起又は窪みを設けるだけで実現できるため、製造面で容易に実現できる。しかも、従来のTN型やIPS型で必要であったラビング工程と、ラビング後洗浄工

程が必要になる。これらの工程は配向不良を生じる原因となっていたので、歩留りや製品の信頼性を高めるという効果もある。

【0304】更に、説明したような条件で位相差フィルムを使用することにより、視角特性を大幅に改善することができ、特に、最悪な条件では、広い視野角で高いコントラストになり、階調反転も生じなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】TN型LCDのパネル構造と動作原理を説明する図である。

【図2】TN型LCDの視野角による画像の変化を説明する図である。

【図3】IPS型LCDを説明する図である。

【図4】IPS型LCDを例とした観察における座標計の定義を示す図である。

【図5】IPS型LCDにおける階調反転領域を示す図である。

【図6】IPS型LCDにおける階調の変化と階調反転を示す図である。

【図7】VA(Vertically aligned)方式とその問題点を説明する図である。

【図8】ラビング処理の説明図である。

【図9】本発明の原理を説明する図である。

【図10】突起による配向の生成を説明する図である。

【図11】突起の形状例を示す図である。

【図12】本発明の液晶配向を実現する方式を示す図である。

【図13】第1実施例の液晶パネルの全体構成を示す図である。

【図14】第1実施例のパネル構造を示す図である。

【図15】第1実施例の突起パターンを示す図である。

【図16】第1実施例における周辺部の突起パターンを示す図である。

【図17】第1実施例におけるパネル断面図である。

【図18】第1実施例のパネルの液晶注入口の配置を示す図である。

【図19】第1実施例の突起形状の要素値を示す図である。

【図20】第1実施例での応答速度を示す図である。

【図21】第1実施例での応答速度を示す図である。

【図22】第1実施例での視角特性を示す図である。

【図23】第1実施例での視角特性を示す図である。

【図24】第1実施例での視角特性を示す図である。

【図25】第1実施例で位相差フィルムを使用した場合の視角特性を示す図である。

【図26】第1実施例で位相差フィルムを使用した場合の視角特性を示す図である。

【図27】突起部分での漏れ光の発生を説明する図である。

【図28】第1実施例で突起の高さを変化させた時の透

過率の変化を示す図である。
【図29】第1実施例で突起の高さを変化させた時のコントラストの変化を示す図である。

【図30】第1実施例での突起の高さと白状態の透過率の関係を示す図である。
【図31】第1実施例での突起の高さと白状態の透過率の関係を示す図である。
【図32】第1実施例での突起の高さと黒状態の透過率の関係を示す図である。

【図33】第2実施例の突起パターンを示す図である。
【図34】第3実施例の突起パターンを示す図である。
【図35】第3実施例の突起パターンの他の例を示す図である。

【図36】突起上での液晶分子の配向を示す図である。
【図37】第4実施例の突起形状を示す図である。
【図38】第5実施例のパネル構造を示す図である。
【図39】第5実施例の画素電極パターンを示す図である。

【図40】スリット接続部における配向分布の例を示す図である。

【図41】第5実施例での突起とスリット部におけるドメインの発生を示す図である。

【図42】第6実施例での突起と電極のスリットの形状を示す図である。

【図43】第6実施例での突起とスリット部におけるドメインの発生を示す図である。

【図44】第6実施例の液晶表示装置における画素部の平面図を示す図である。

【図45】第6実施例の画素電極パターンを示す図である。

【図46】第6実施例の画素部の断面図である。

【図47】第6実施例での視角特性を示す図である。

【図48】第6実施例での視角特性を示す図である。

【図49】第6実施例の画素電極パターンの変形例を示す図である。

【図50】本発明の第7実施例の画素電極パターンと構造を示す図である。

【図51】本発明の第8実施例の液晶表示装置における画素部の平面図を示す図である。

【図52】第8実施例の画素部の断面図である。

【図53】第8実施例におけるTFT基板の製作方法を説明する図である。

【図54】第8実施例におけるTFT基板の製作方法を説明する図である。

【図55】本発明の第9実施例の突起パターンを示す図である。

【図56】第9実施例の画素部の平面図である。

【図57】第9実施例の突起パターンの変形例を示す図である。

【図58】電極エッジでの斜め電界の影響を示す図であ

る。
【図59】ジグザグに屈曲させた突起を用いる場合の問題を示す図である。

【図60】ジグザグに屈曲させた突起を用いる場合における電極エッジ部の配向を示す図である。

【図61】ジグザグに屈曲させた突起を用いる場合における応答速度の低下部分を示す図である。

【図62】ジグザグに屈曲させた突起を用いる場合における応答速度の低下部分の断面である。

【図63】本発明の第10実施例の基本構成を示す図である。

【図64】第10実施例における突起列パターンを示す図である。

【図65】第10実施例における特徴部分の詳細図である。

【図66】紫外線の照射による配向方向の変化を説明する図である。

【図67】第10実施例の変形例を示す図である。

【図68】望ましいエッジと突起の関係を示す図である。

【図69】望ましいエッジと瘤みの関係を示す図である。

【図70】直線状の突起の望ましい配列を示す図である。

【図71】本発明の第11実施例における突起パターンを示す図である。

【図72】画素毎に不連続の突起を敷けた例を示す図である。

【図73】本発明の第12実施例における突起パターンを示す図である。

【図74】第12実施例の変形例を示す図である。

【図75】第12実施例の変形例を示す図である。

【図76】本発明の第13実施例における突起パターンを示す図である。

【図77】第3実施例の断面図である。

【図78】補助電極の作用と電極構造を示す図である。

【図79】本発明の第14実施例の突起パターンとCS電極を示す図である。

【図80】第14実施例の変形例を示す図である。

【図81】第14実施例の変形例を示す図である。

【図82】第14実施例の変形例を示す図である。

【図83】本発明の第15実施例の突起パターンを示す図である。

【図84】第15実施例における液晶の配向変化を説明する図である。

【図85】第15実施例での地角特性を示す図である。

【図86】第15実施例での中間部の応答速度及び比較のためのTN方式の中間部応答速度を示す図である。

【図87】他のVA方式の中間部の応答速度を示す図である。

【図88】第15実施例の突起パターンの変形例を示す図である。

【図89】第15実施例の突起パターンの変形例を示す図である。

【図90】第15実施例の突起パターンの変形例を示す図である。

【図91】第15実施例の突起パターンの変形例を示す図である。

【図92】本発明の第16実施例の突起構造を示す図である。

【図93】第16実施例の突起パターンを示す図である。

【図94】本発明の第17実施例のパネル構造を示す図である。

【図95】本発明の第18実施例のパネル構造を示す図である。

【図96】本発明の第19実施例のパネル構造を示す図である。

【図97】本発明の第20実施例のパネル構造を示す図である。

【図98】第20実施例の変形例のパネル構造を示す図である。

【図99】第20実施例の変形例のパネル構造を示す図である。

【図100】第20実施例の変形例のパネル構造を示す図である。

【図101】本発明の第21実施例のパネル構造を示す図である。

【図102】突起を有するパネル断面図と組み立てによる配向制御への影響を示す図である。

【図103】本発明の第22実施例のパネル構造を示す図である。

【図104】本発明の第23実施例のパネル構造を示す図である。

【図105】本発明の第24実施例のパネル構造を示す図である。

【図106】第24実施例の構造を応用した突起パターンを示す図である。

【図107】本発明の第25実施例のパネル構造を示す図である。

【図108】突起間隙と応答速度の関係を測定するパネルの構造を示す図である。

【図109】突起間隙と応答速度の関係を示す図である。

【図110】突起間隙と透過率の関係を示す図である。

【図111】第25実施例の動作原理の説明図である。

【図112】本発明の第26実施例のパネル構造を示す図である。

【図113】第26実施例のパネルの投角特性を示す図である。

【図114】通常の突起パターンを示す図である。
【図115】液晶の光学異方性の波長分散を示す図である。

【図116】本発明の第27実施例の突起パターンを示す図である。

【図117】円加電圧と透過率の関係の突起間隙による差を示す図である。

【図118】本発明の第28実施例の突起パターンを示す図である。

【図119】本発明の第29実施例の突起パターンを示す図である。

【図120】第29実施例の面素構造を示す図である。

【図121】本発明の第30実施例の突起形状を示す図である。

【図122】突起の高さを変化させた時の透過率の変化を示す図である。

【図123】突起の高さを変化させた時のコントラストの変化を示す図である。

【図124】突起の高さと白状態の透過率の関係を示す図である。

【図125】突起の高さと黒状態の透過率の関係を示す図である。

【図126】第30実施例の変形例を示す図である。

【図127】本発明の第31実施例の突起形状を示す図である。

【図128】VA方式の液晶パネルのツイスト角と液晶層の厚さとの関係を示す図である。

【図129】VA方式の液晶パネルの白表示の相対厚度と液晶のリタレーション $\Delta n d$ の関係を示す図である。

【図130】VA方式の液晶パネルの角波長透過率と液晶のリタレーション $\Delta n d$ の関係を示す図である。

【図131】配向分割VA方式の液晶パネルの間隙と応答速度の関係を示す図である。

【図132】配向分割VA方式の液晶パネルの間隙と開口率の関係を示す図である。

【図133】本発明の第32実施例のパネル構造を示す図である。

【図134】第32実施例の変形例のパネル構造を示す図である。

【図135】本発明の第33実施例のTFT基板の構造を示す図である。

【図136】第33実施例の突起パターンを示す図である。

【図137】本発明の第34実施例のパネル構造を示す図である。

【図138】第34実施例の突起パターンを示す図である。

【図139】本発明の第35実施例のTFT基板の製作方法を示す図である。

【図140】第35実施例の変形例のTFT基板の構造

95

成を示す図である。
 【図240】第57実施例の液晶表示装置におけるコン
 トラストの視角特性を示す図である。
 【図241】第57実施例の液晶表示装置における階調
 反転の視角特性を示す図である。
 【図242】第57実施例の液晶表示装置におけるコン
 トラストに関する最悪条件の液晶のリタデーション量に
 対する変化を示す図である。
 【図243】本発明の第58実施例の液晶表示装置の構
 成を示す図である。
 【図244】第58実施例の液晶表示装置におけるコン
 トラストの視角特性を示す図である。
 【図245】第58実施例の液晶表示装置における階調
 反転の視角特性を示す図である。
 【図246】第58実施例の液晶表示装置におけるコン
 トラストに関する最悪条件の液晶のリタデーション量に
 対する変化を示す図である。
 【図247】本発明の第59実施例の液晶表示装置の構
 成を示す図である。
 【図248】第59実施例の液晶表示装置におけるコン
 トラストの視角特性を示す図である。
 【図249】第59実施例の液晶表示装置における階調
 反転の視角特性を示す図である。
 【図250】第59実施例の液晶表示装置におけるコン
 トラストに関する最悪条件の液晶のリタデーション量に
 対する変化を示す図である。
 【図251】第59実施例の液晶表示装置におけるコン
 トラストに関する最悪条件の液晶のリタデーション量に
 対する変化を示す図である。
 【図252】本発明の第32実施例の液晶パネルの特性
 の測定結果を示す図である。
 【図253】突起にイオン吸着能力を持たせる処理を行

96

った時のイオン密度の変化を示す図である。
 【図254】本発明の第51実施例の変形例の液晶パネ
 ルの製作方法を示す図である。
 【図255】第2実施例の変形例の突起パターンと断面
 構造を示す図である。
 【図256】第2実施例の変形例の突起パターンを示す
 図である。
 【図257】第16実施例の変形例の突起パターンと断
 面構造を示す図である。
 【図258】第10実施例の変形例における補助突起の
 配置を示す図である。
 【符号の説明】
 9...画素
 11、15...偏光板
 12...CF側電極
 13...画素電極
 14...液晶分子
 16、17...ガラス基板
 18、19...電極
 20、20A、20B...ドメイン規制手段（突起）
 21...ドメイン規制手段（スリット）
 22...垂直配向膜
 23...ドメイン規制手段（窪み）
 31...ゲートバス
 32...アドレスバス
 33...TFT
 34...遮光膜
 35...CS電極
 41...ソース
 42...ドレイン
 45...スペーサ

【図2】

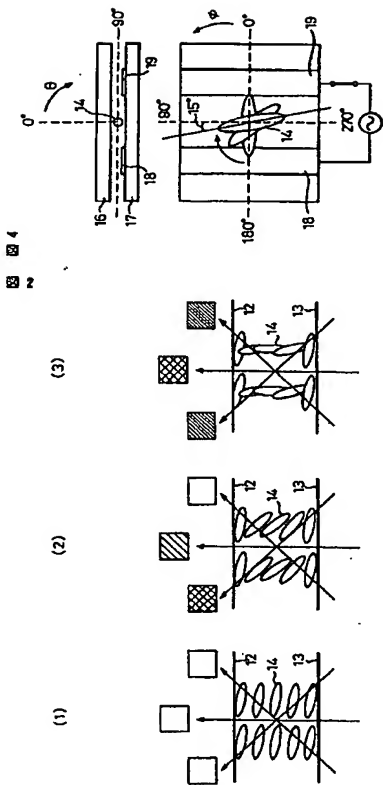


図 2

(3)

(1)

(2)

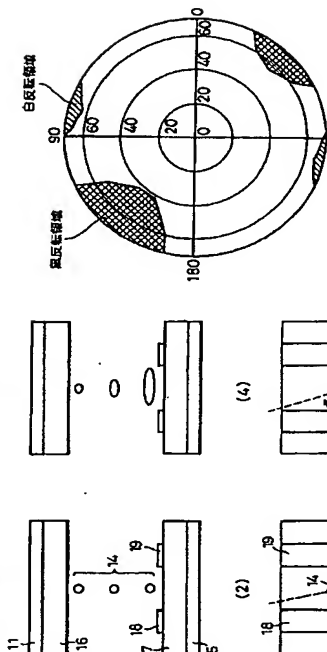
【図3】

図 3

(1) 電圧印加時

図 5

【図5】



【図13】

図 13

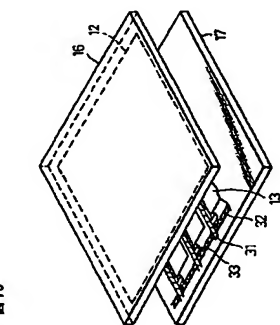
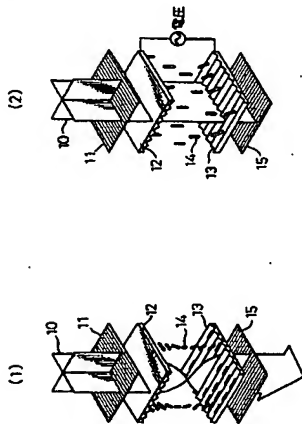


図 1



【図6】

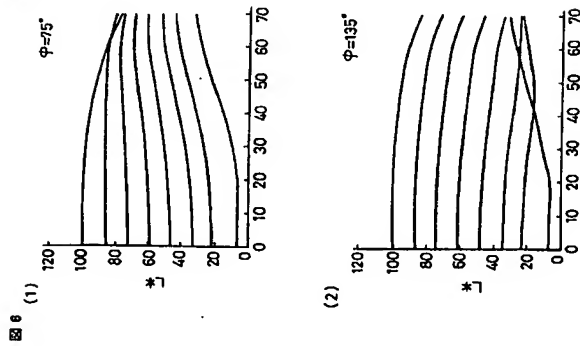
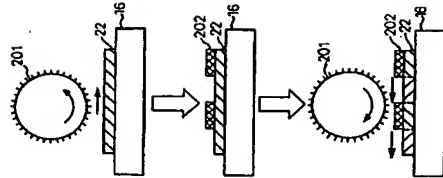
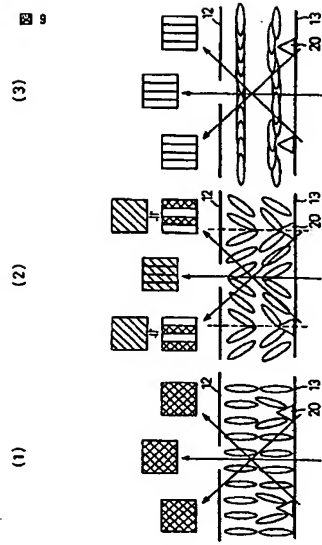


図 8

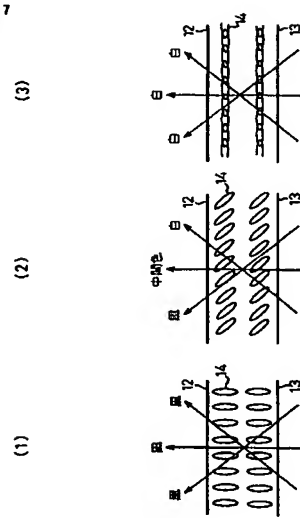


【図8】

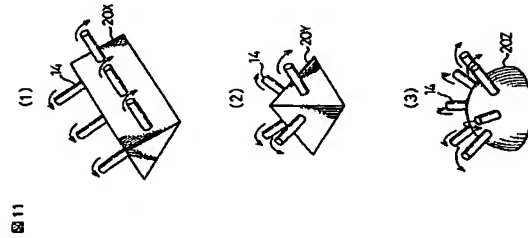
【図9】



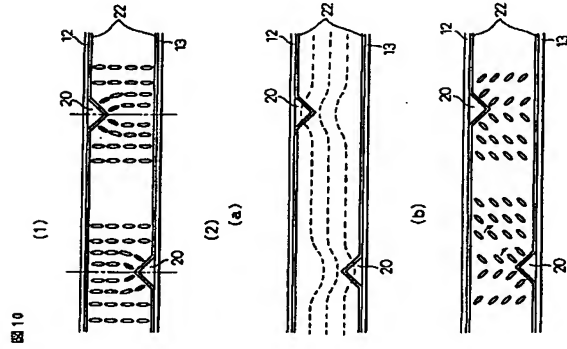
【図7】



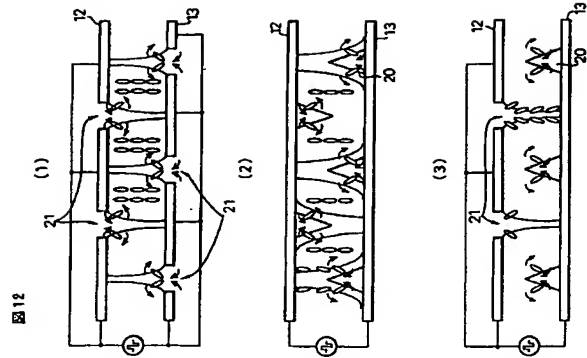
【図11】



【図10】



【図12】



【図14】

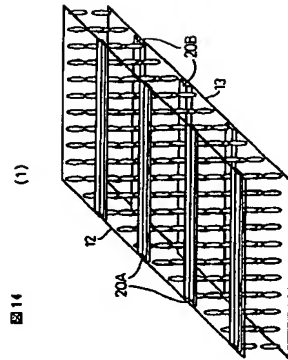
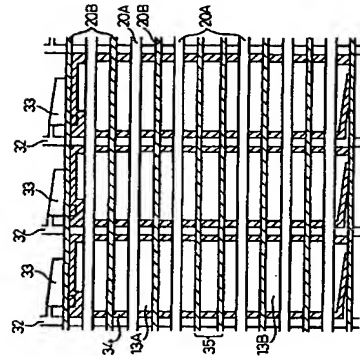


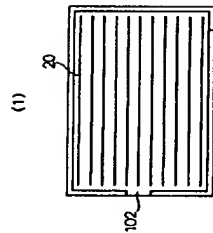
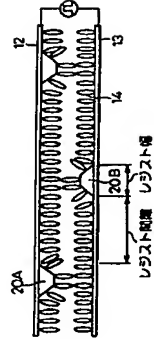
図15

【図15】



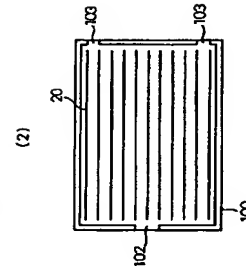
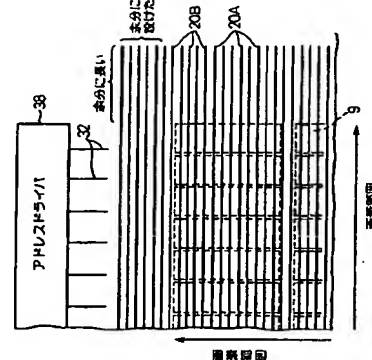
【図18】

図18



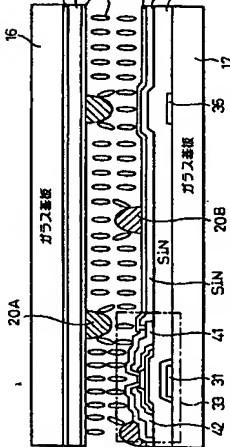
【図16】

図16



【図17】

図17



【図19】

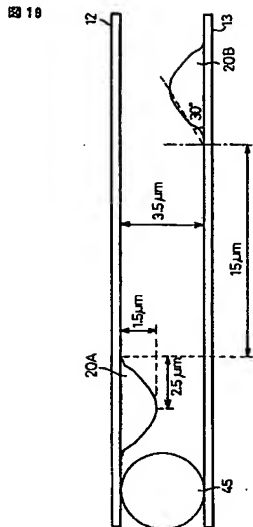


図18

【図24】

(1)

(2)

図18

(1)

(2)

(1)

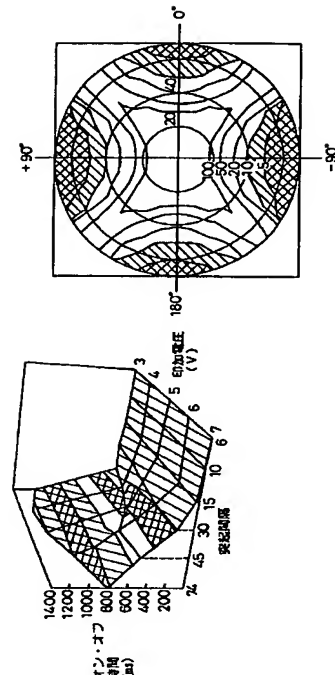
(2)

(1)

(2)

【図22】

図22



【図23】

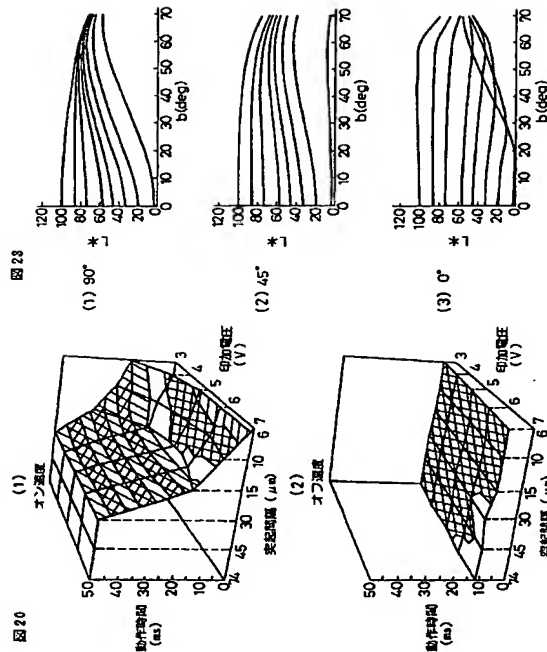


図27

【図27】

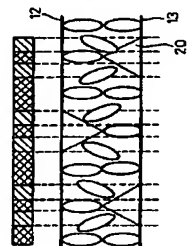
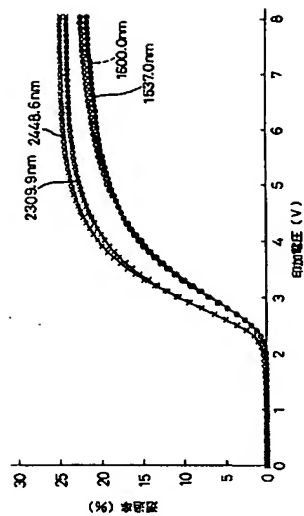
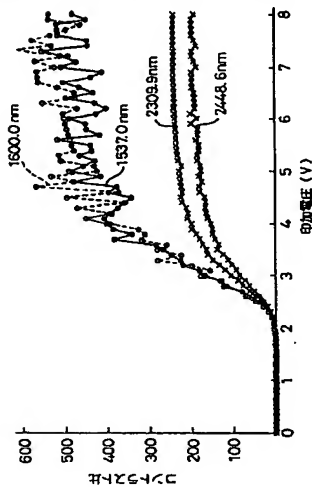


図28

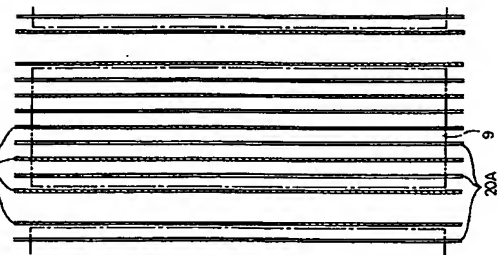


【図29】

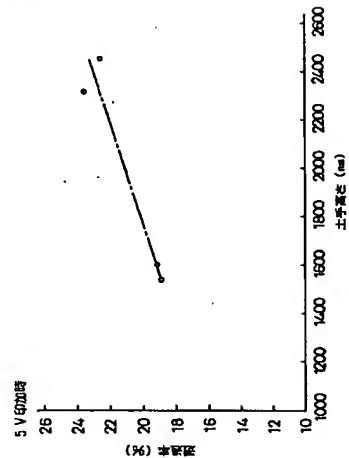


【図33】

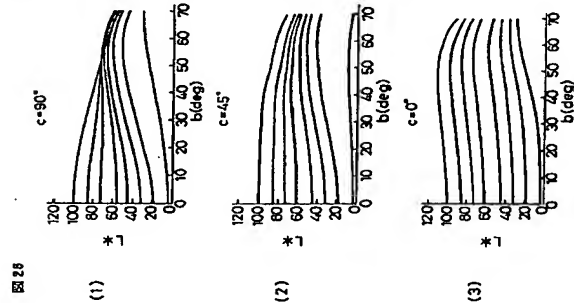
図28



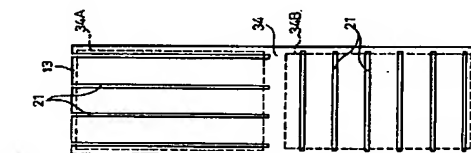
【図30】



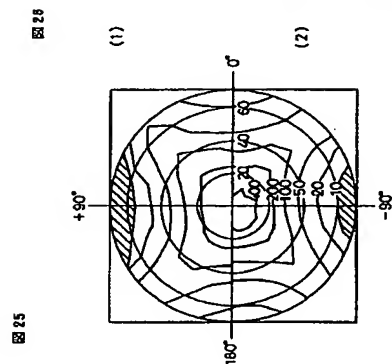
【図26】



【図39】



【図25】



【図31】

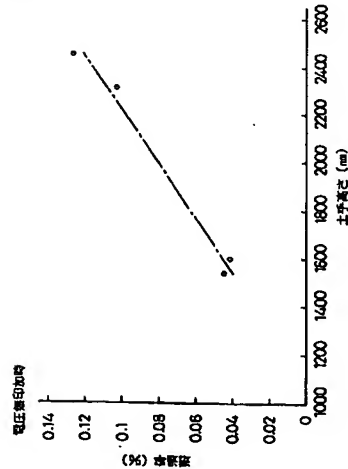


図31

【図34】

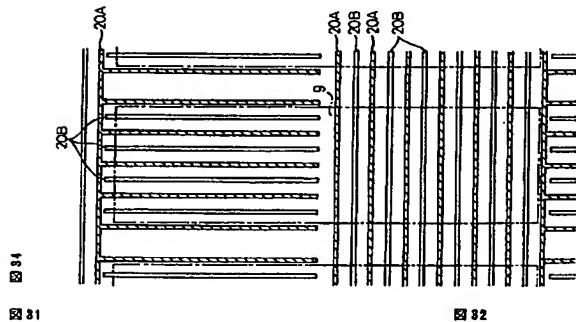


図31

【図35】

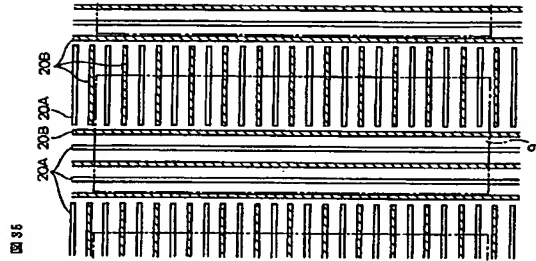


図35

【図38】

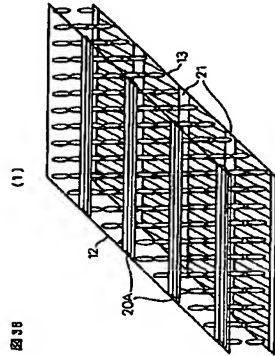


図38

【図32】

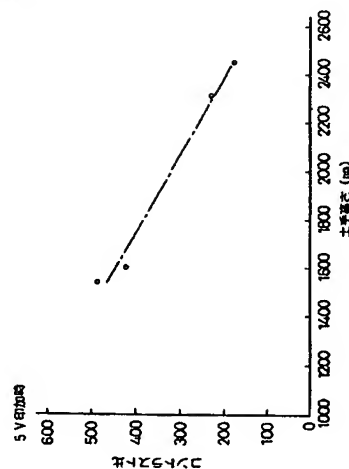


図32

【図135】

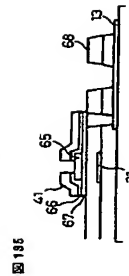
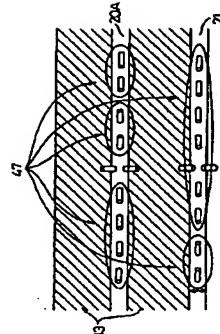


図135

【図41】

図41



【図36】

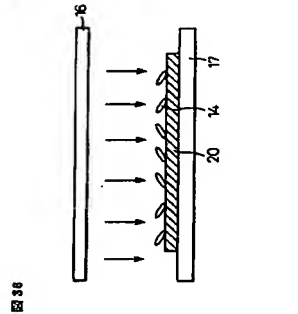


図36

【図37】

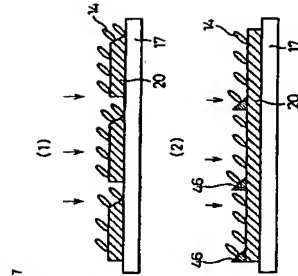


図37

【図40】

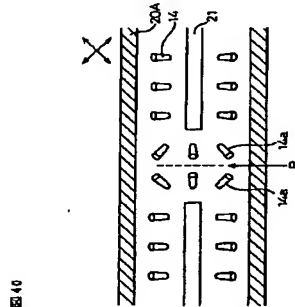
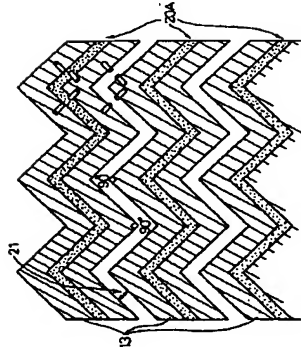


図40

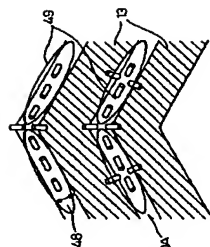
【図4.2】

図42



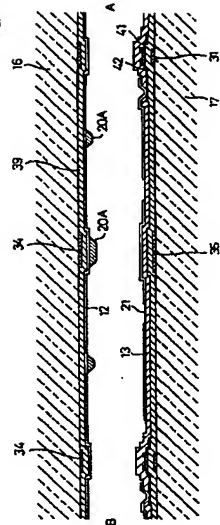
【図4.3】

図43



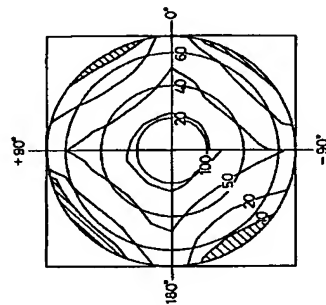
【図4.6】

図46



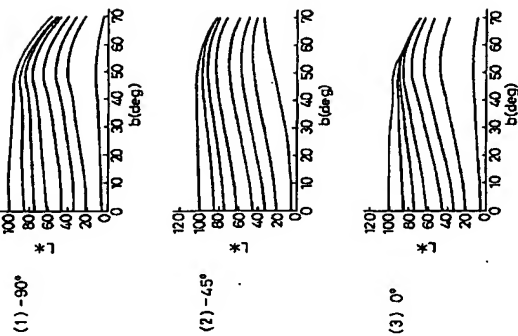
【図4.7】

図47



【図4.8】

図48

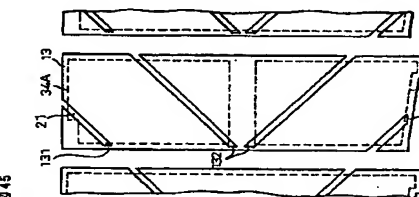


【図5.8】

図58

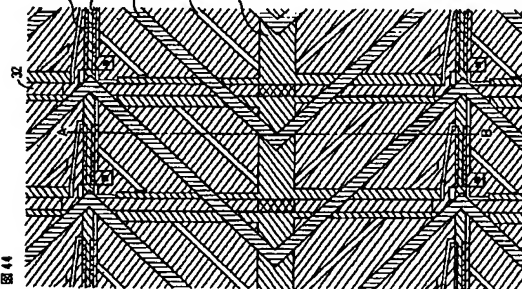
【図4.5】

図45

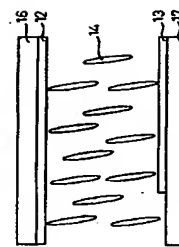


【図4.4】

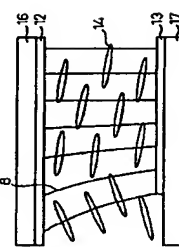
図44

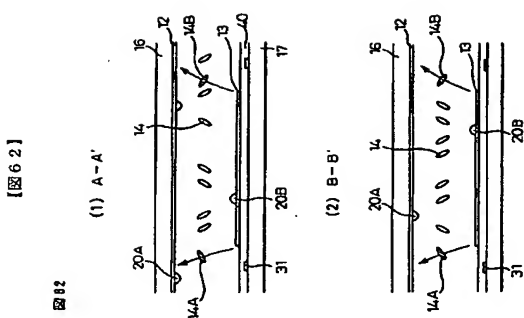


(1) 電圧印加時

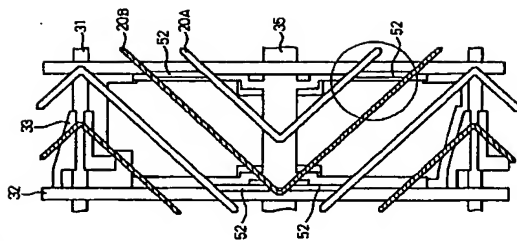


(2) 電圧印加時

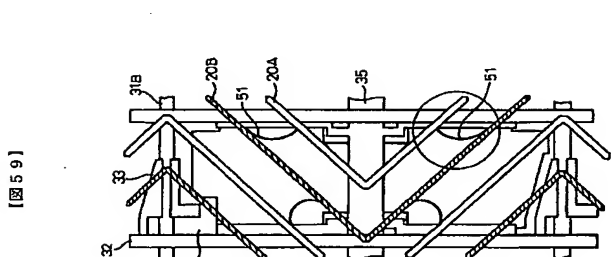




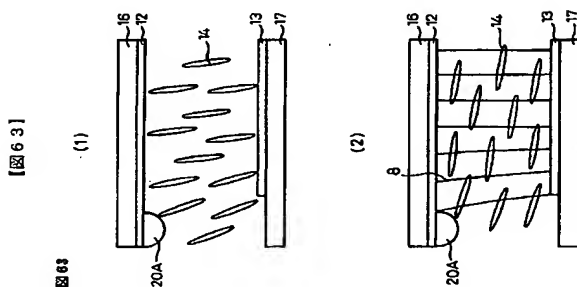
【图64】



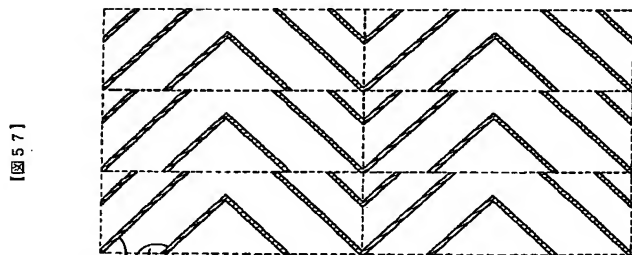
1864



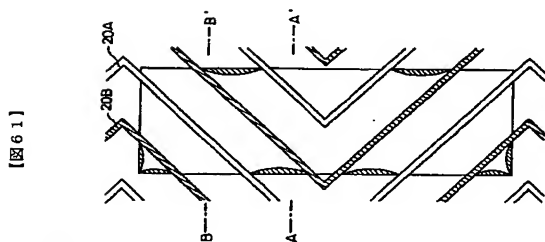
【图59】



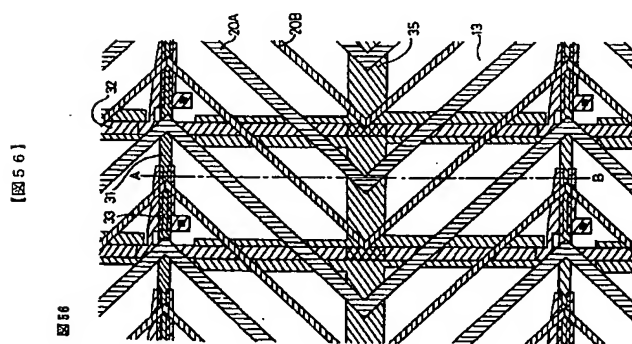
【图63】



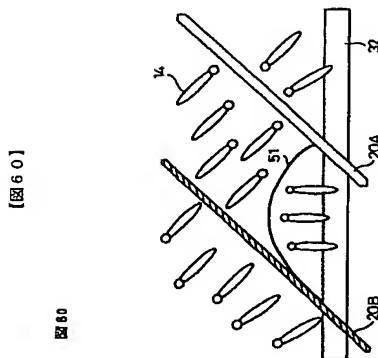
【図57】



【61】



【56】



【090】

【図65】

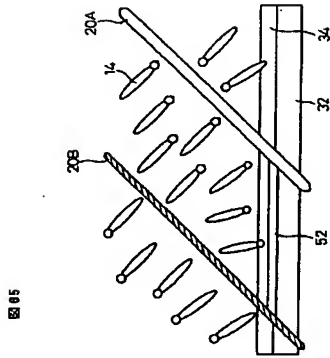


図85

【図66】

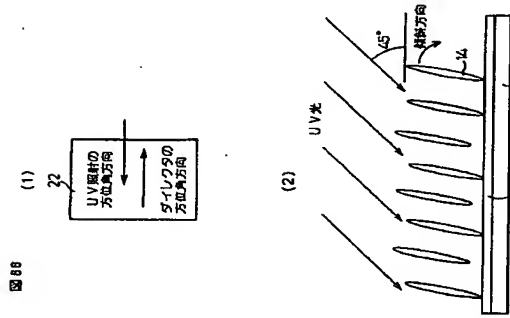


図86

【図67】

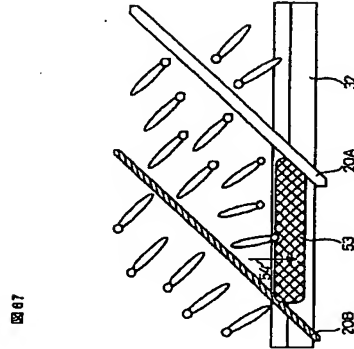


図87

【図68】

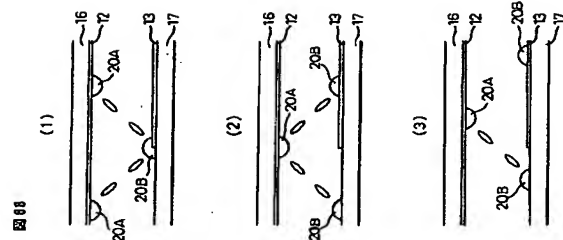


図88

【図69】

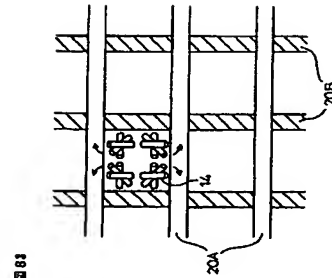


図89

【図70】

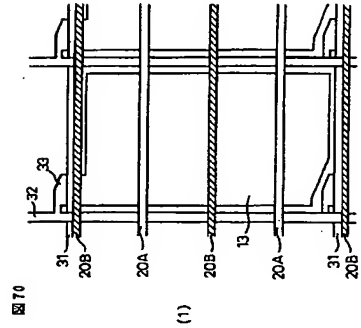


図70

【図71】

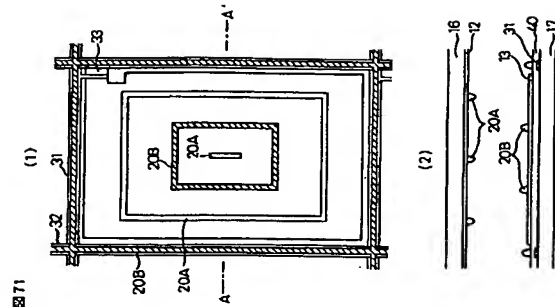


図71

【図72】

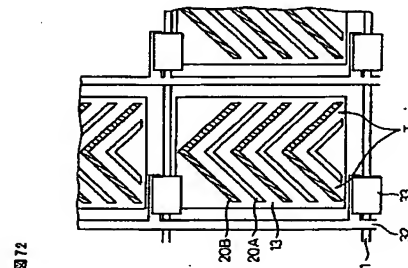


図72

【図73】

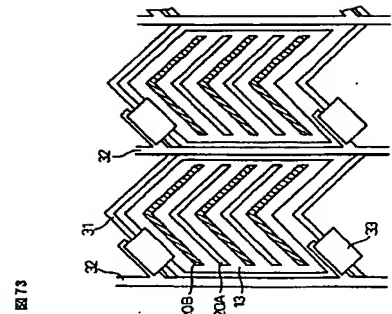
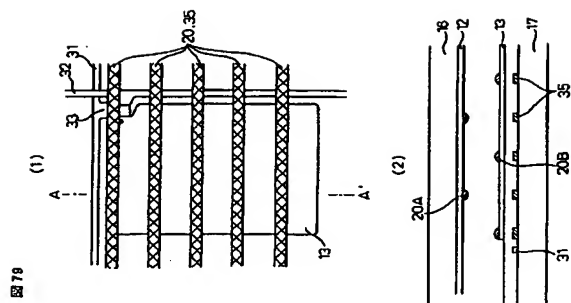
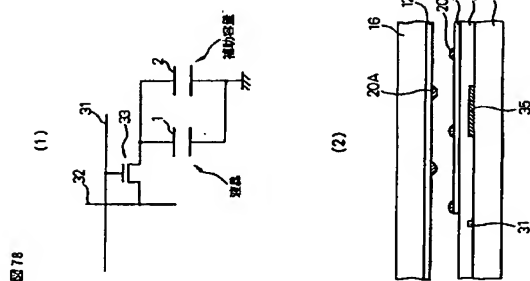


図73

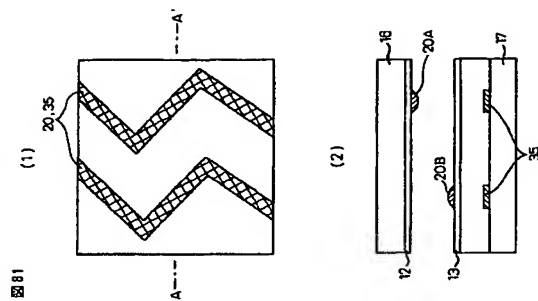
【図79】



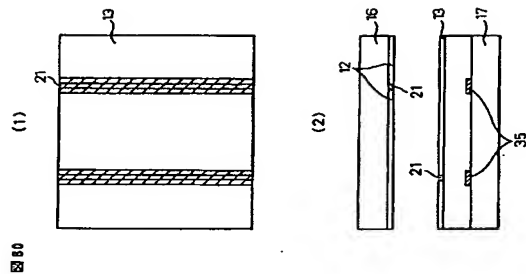
【図78】



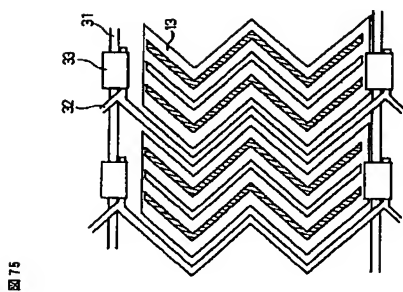
【図81】



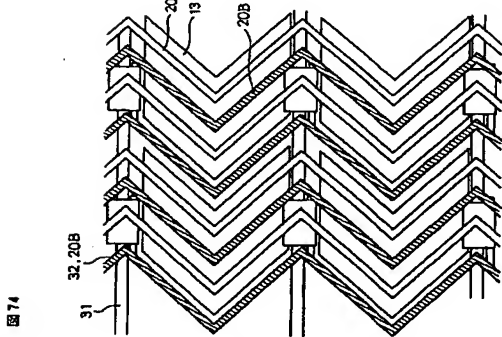
【図80】



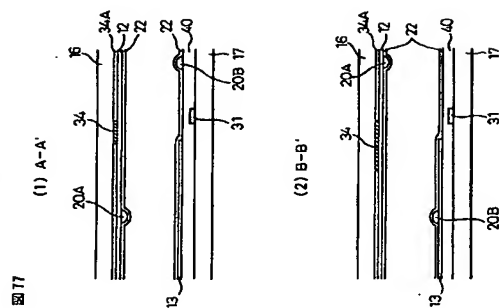
【図75】



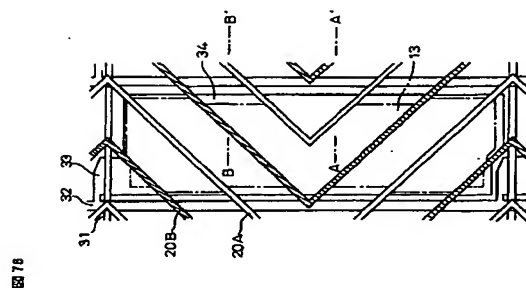
【図74】



【図77】



【図76】



【図82】

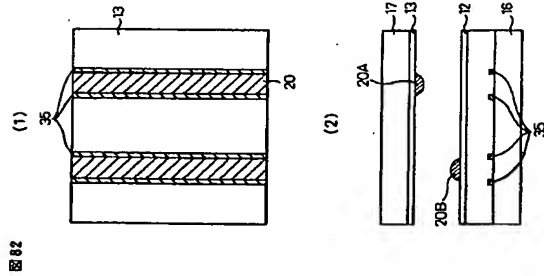
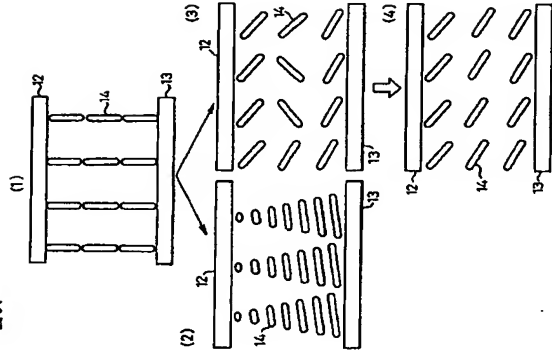


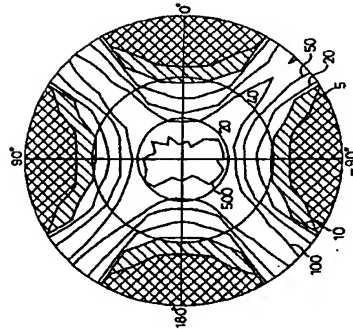
図84

【図84】



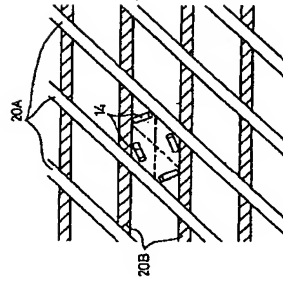
【図85】

図86



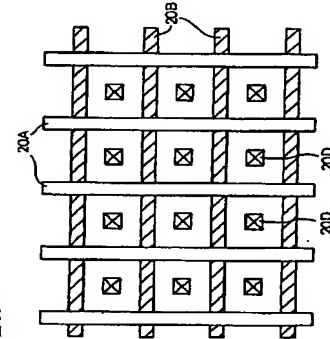
【図89】

図89



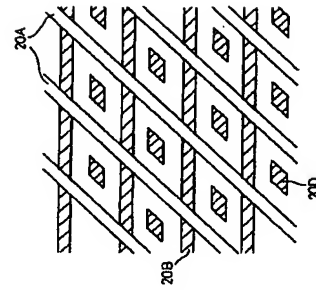
【図90】

図80



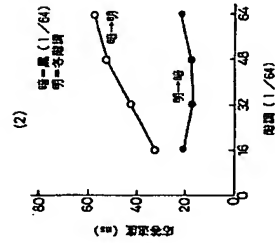
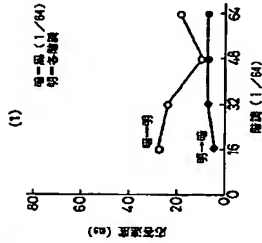
【図91】

図81



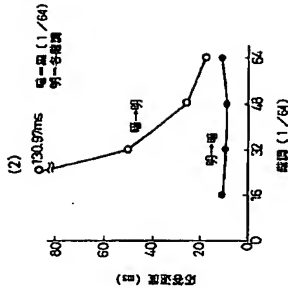
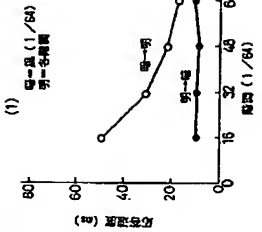
【図86】

図86

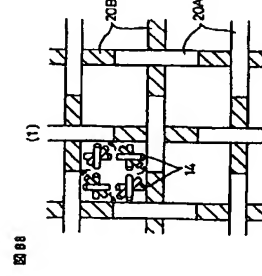


【図87】

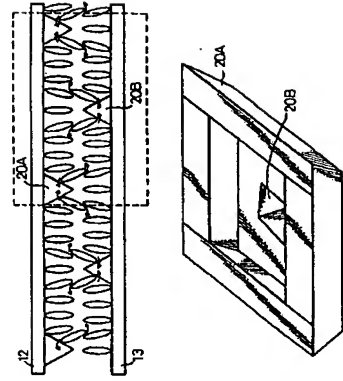
図87



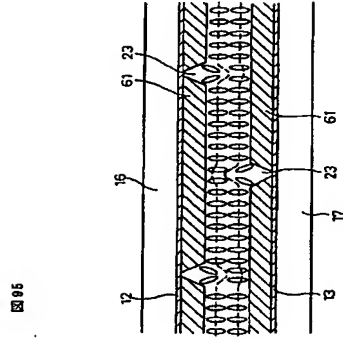
【図88】



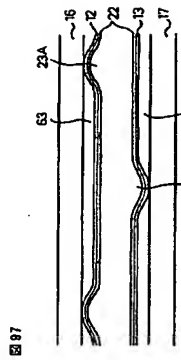
【図92】



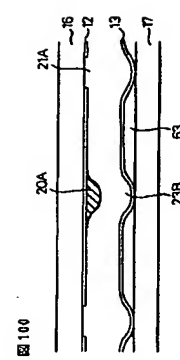
【図95】



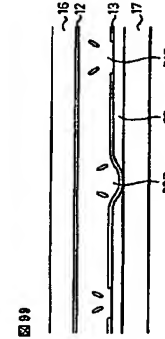
【図97】



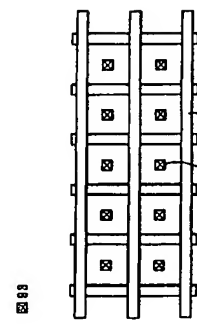
【図100】



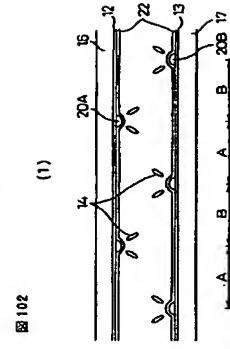
【図99】



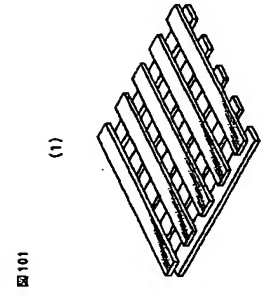
【図93】



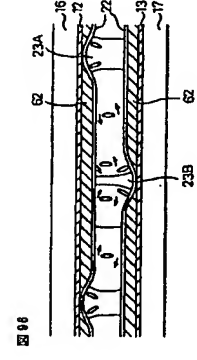
【図102】



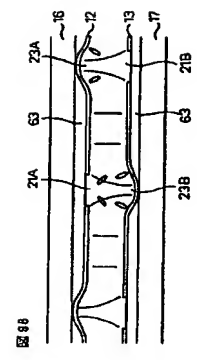
【図101】



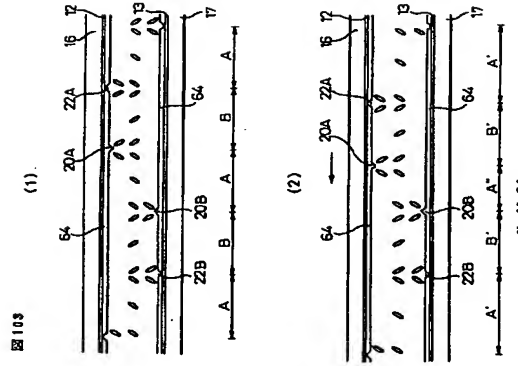
【図96】



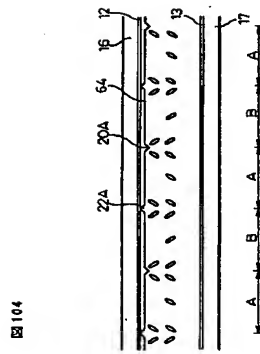
【図98】



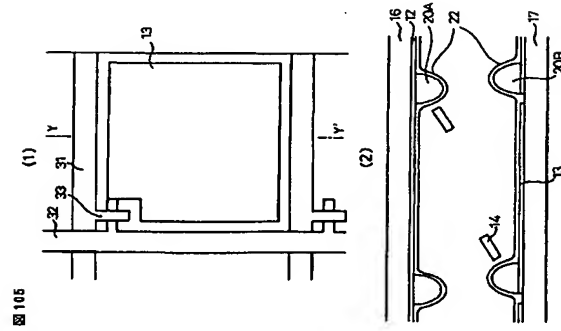
【图103】



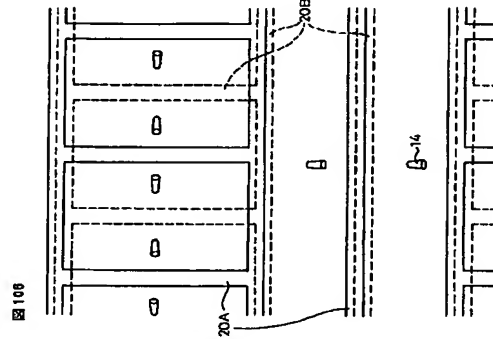
【☒104】



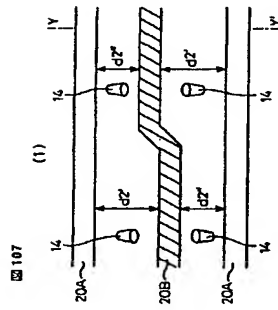
【图105】



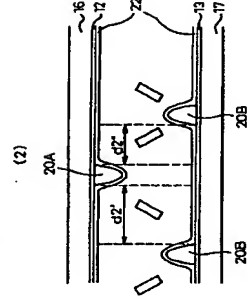
【图106】



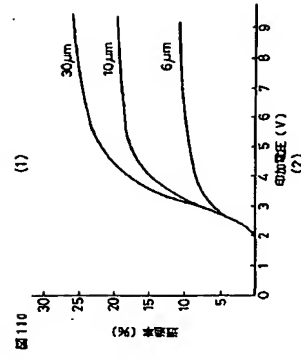
【2017】



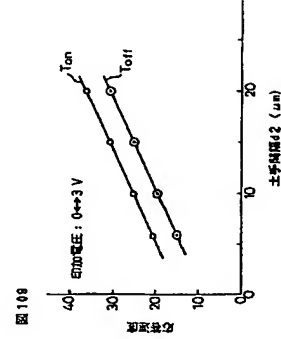
(2)



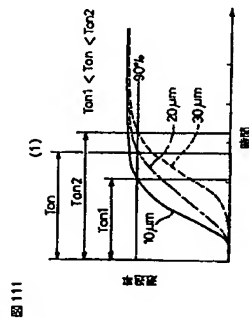
[110]



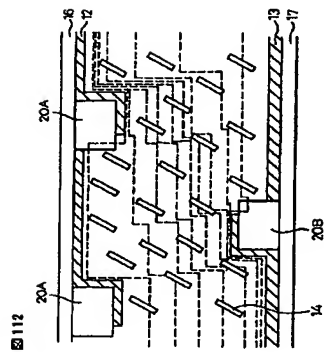
【图109】



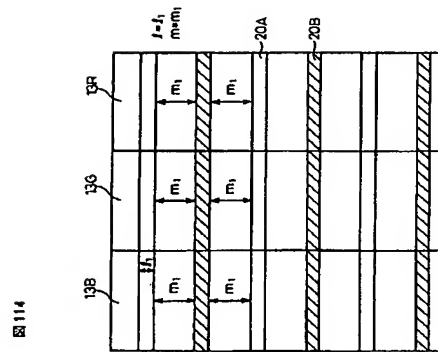
【図111】



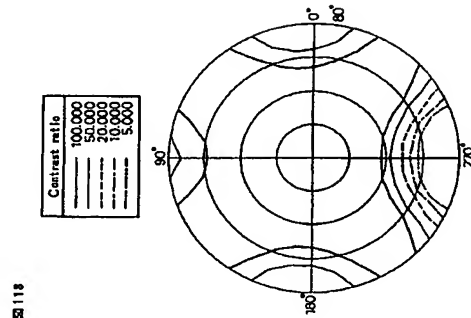
【図112】



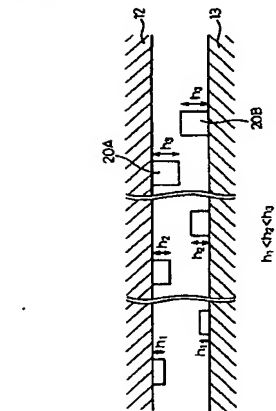
【図114】



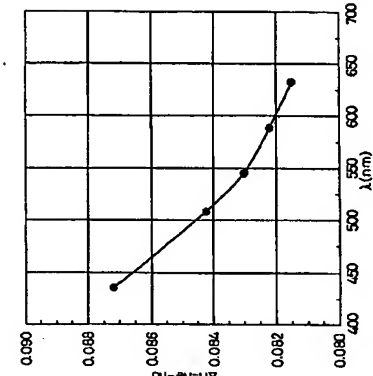
【図113】



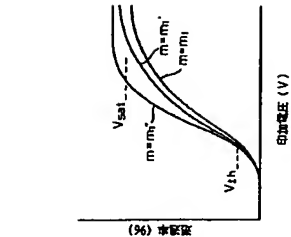
【図121】



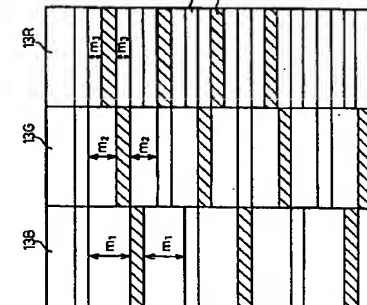
【図115】



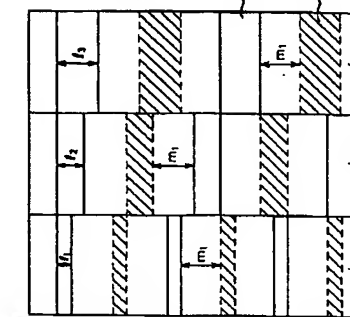
【図117】



【図116】



【図118】



【図129】

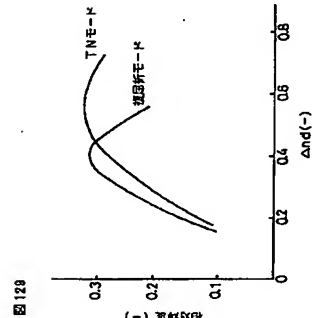
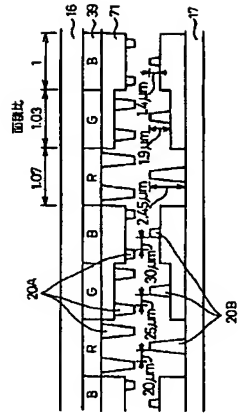


図133



【図119】

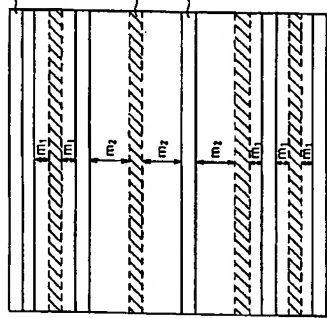
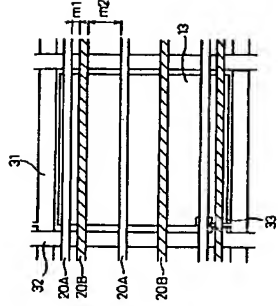
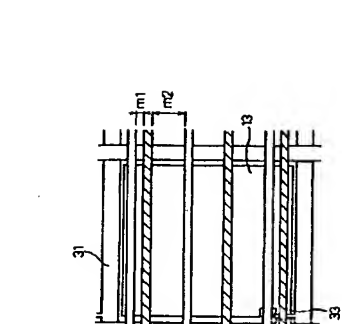


図 120



【図120】



【図123】

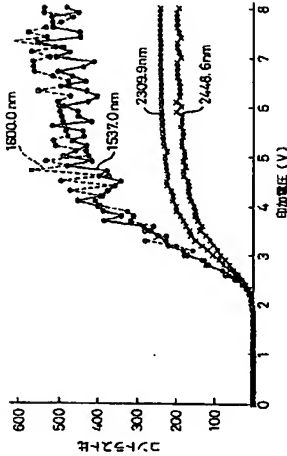
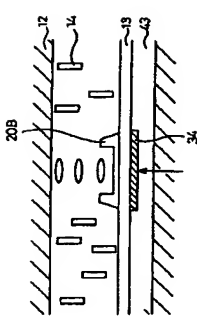
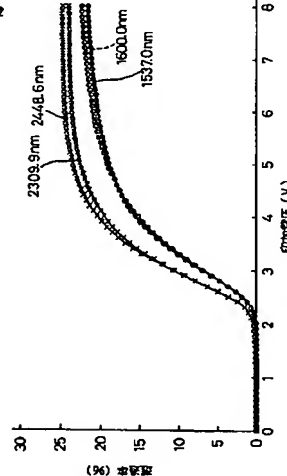


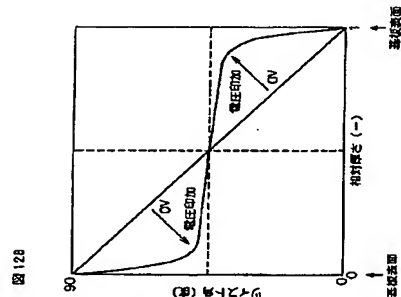
図 145



【図122】



【図128】



【図134】

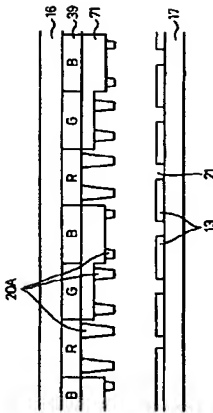
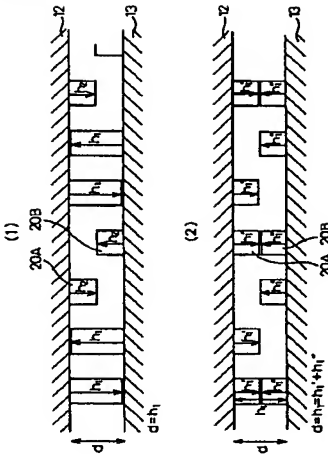
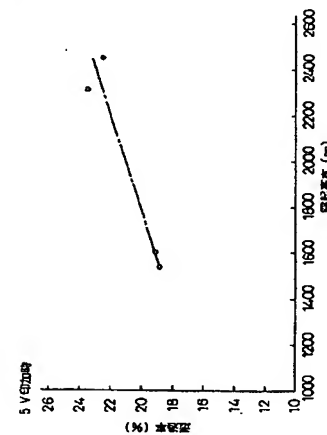


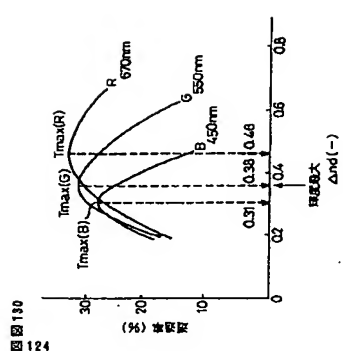
図 128



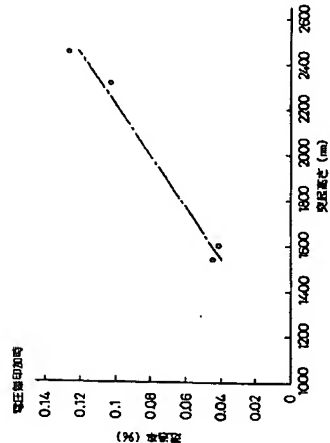
【図124】



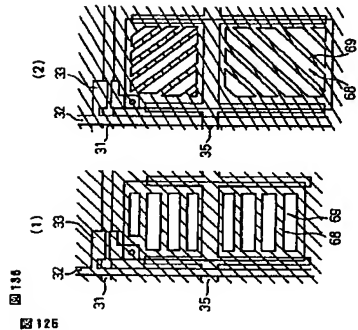
【図130】



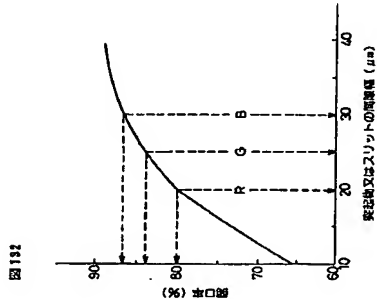
【図125】



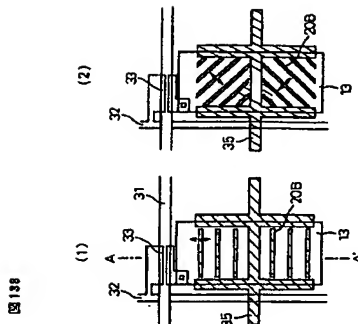
【図136】



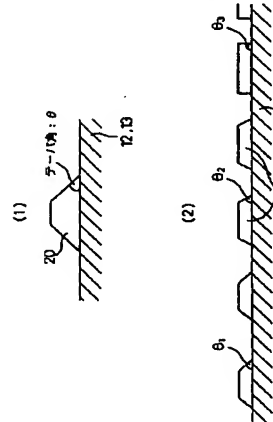
【図132】



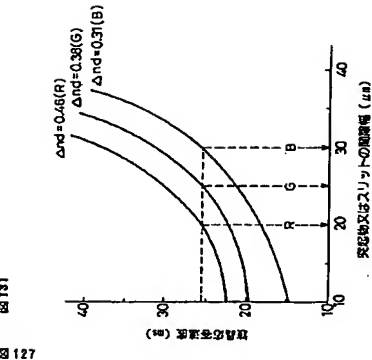
【図138】



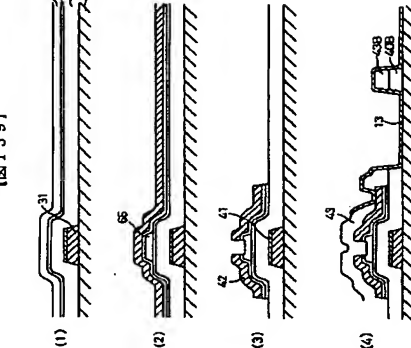
【図127】



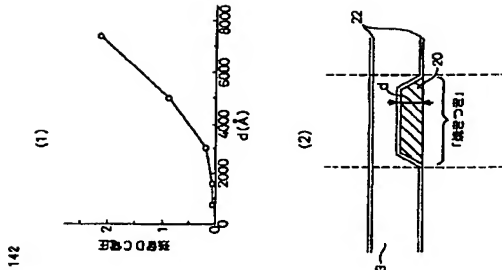
【図131】



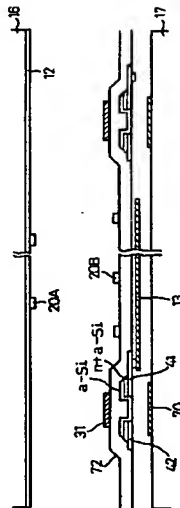
【図139】



【図142】



【図137】



【図152】

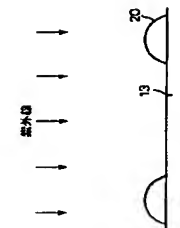
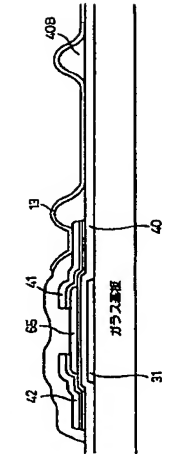


図 162



【図140】

図 140

【図141】

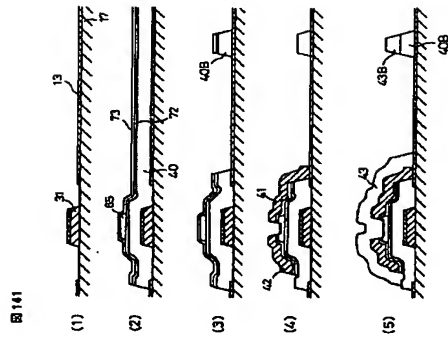
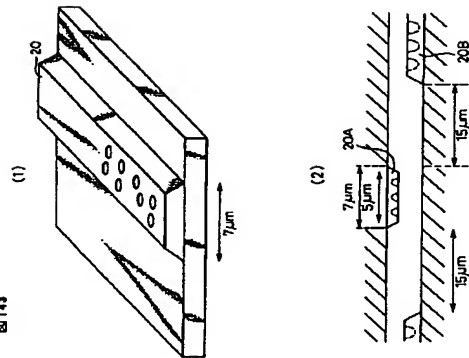


図143

【図143】



【図144】

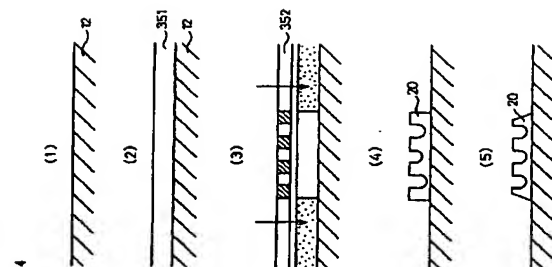
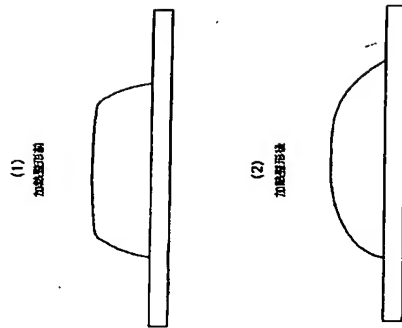


図146

【図146】



【図147】

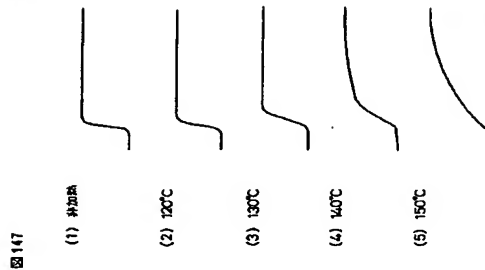
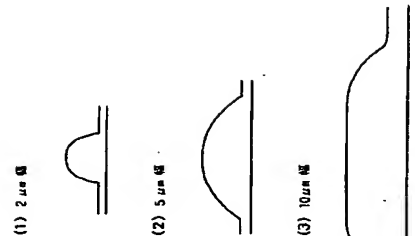


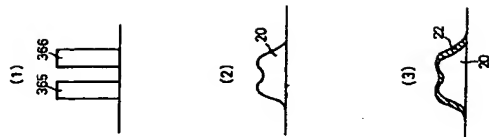
図148

【図148】

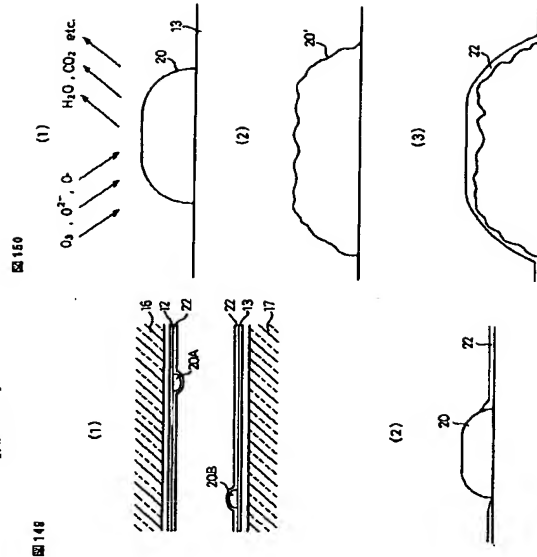


【図149】

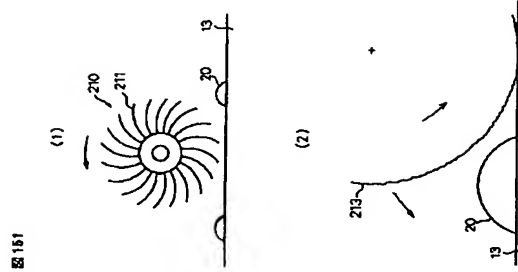
図149



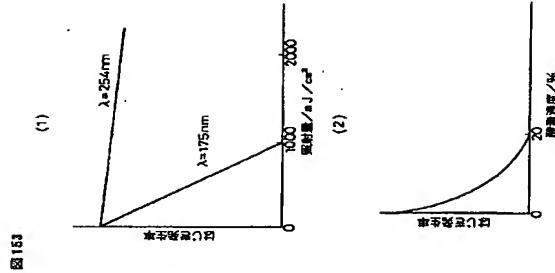
【図150】



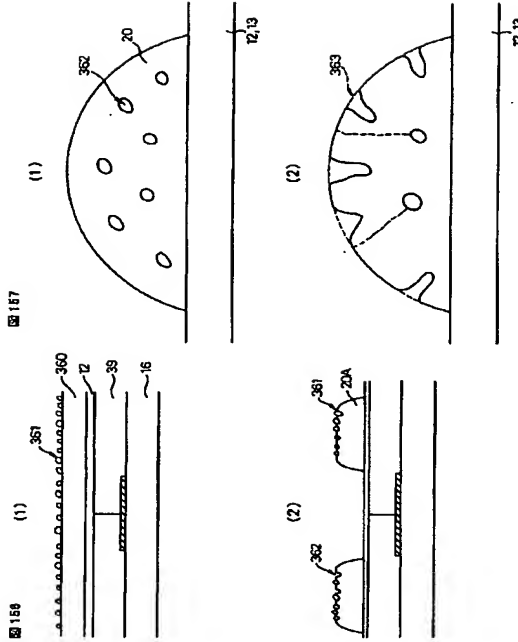
【図151】



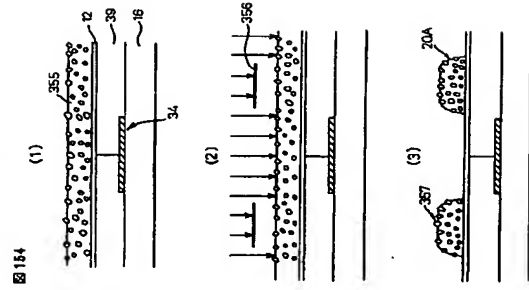
【図153】



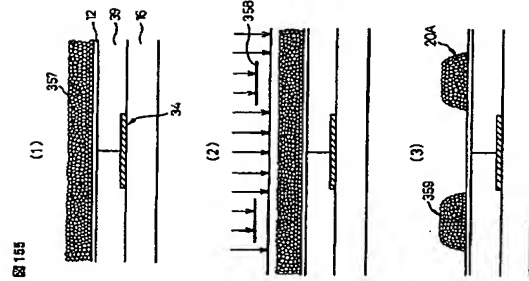
【図156】



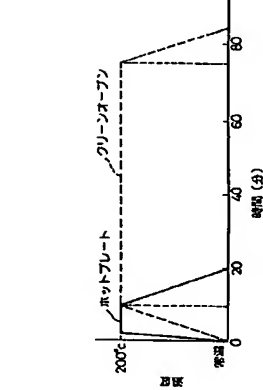
【図154】



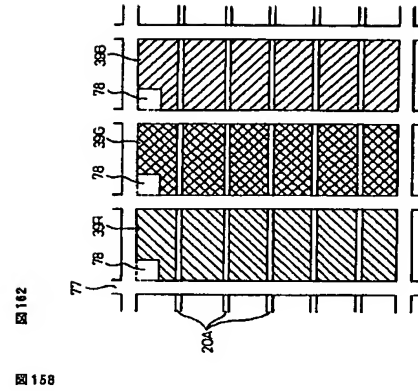
【図155】



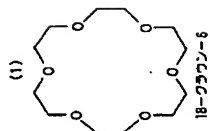
【図158】



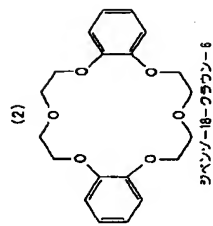
【図162】



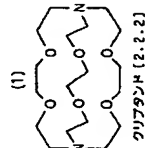
【160】



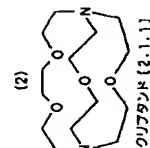
【图 173】



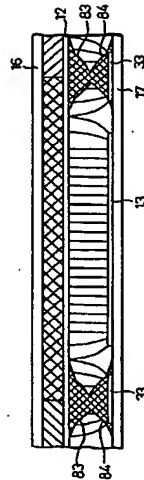
【図174】



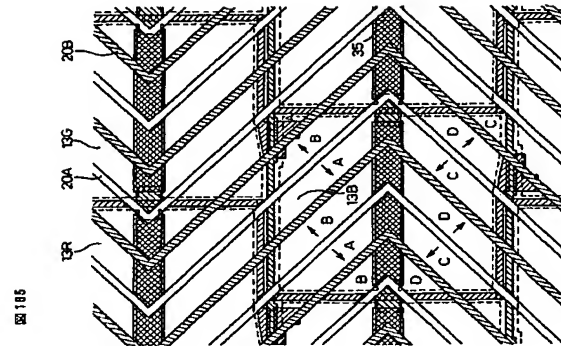
174



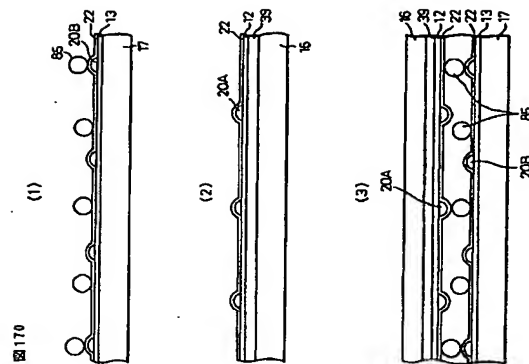
【169】



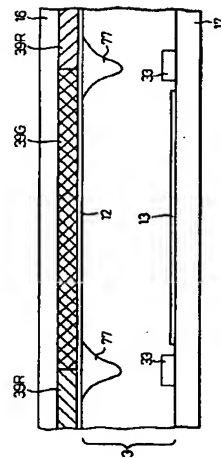
【图 165】



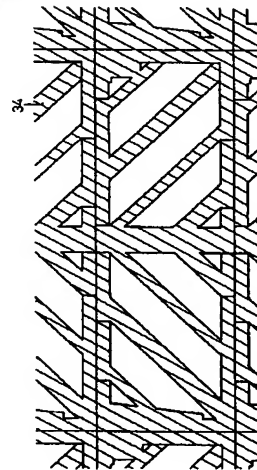
【圖 170】



【161】

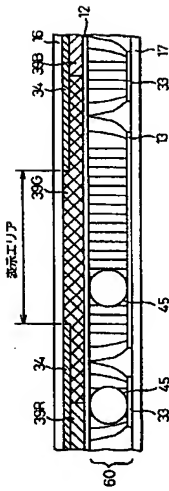


【☒163】



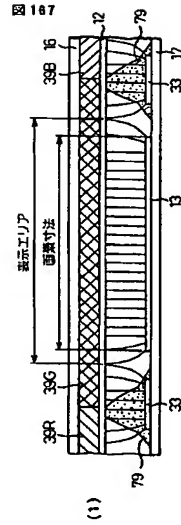
【図166】

図166

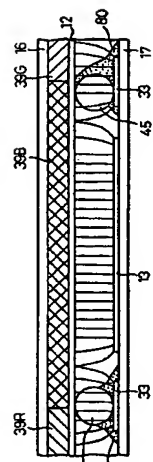


【図167】

図167

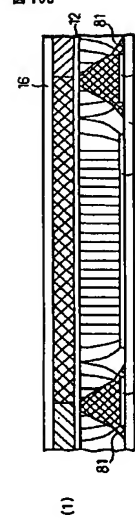


(2)

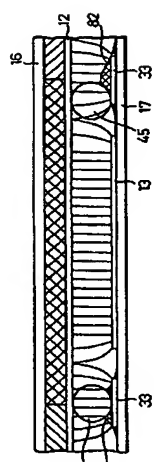


【図168】

図168

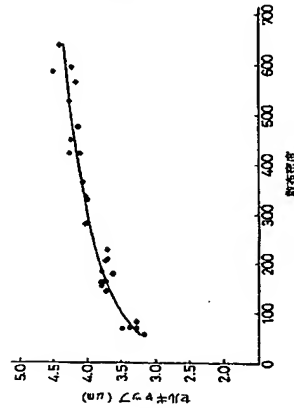


(2)



【図171】

図171



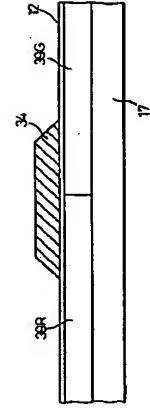
【図172】

図172

スベリ特性密度 (個/μm ²)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
加工によるもの	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
引く強りによるもの	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有

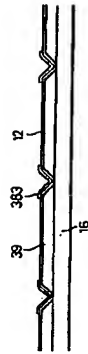
【図180】

図180



【図192】

図192



【図175】

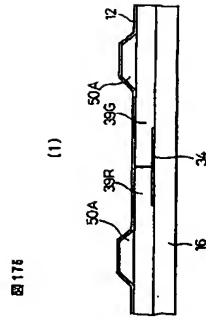


図175

【図177】

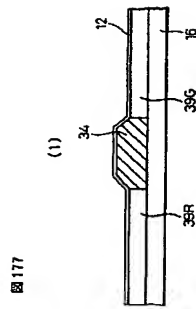
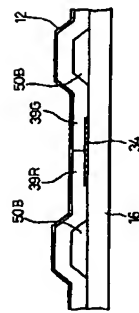
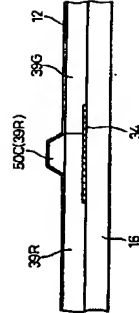


図177

(2)



(2)



【図181】

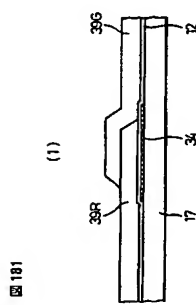


図181

【図182】

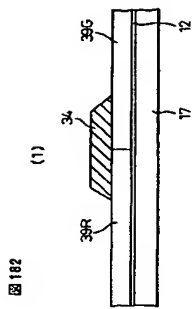
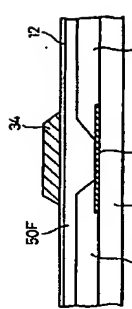


図182

(2)



【図178】

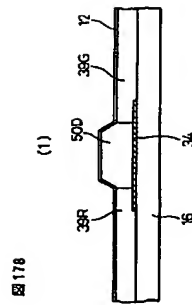


図178

【図179】

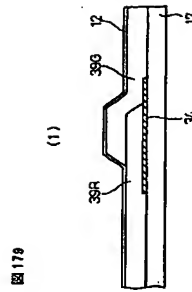


図179

【図183】

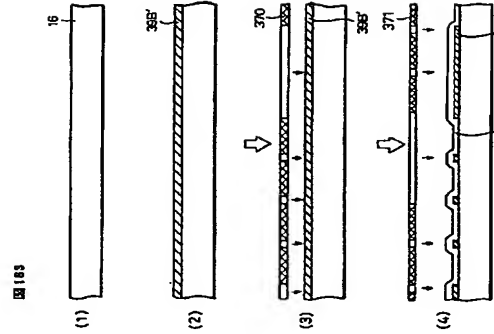


図183

【図184】

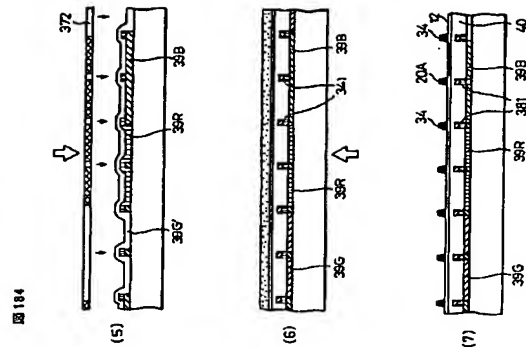


図184

【図186】

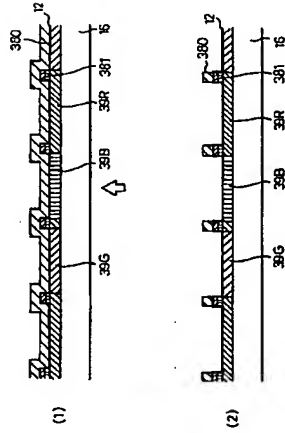
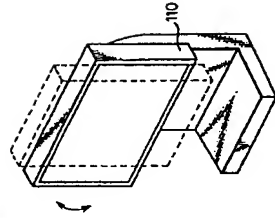


図186

【図197】



【図187】

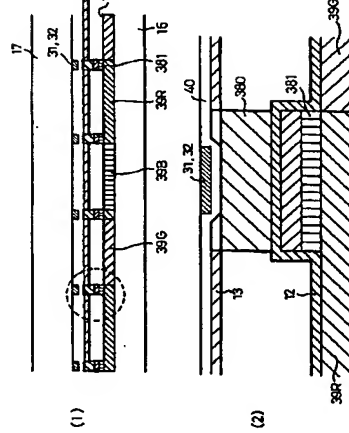
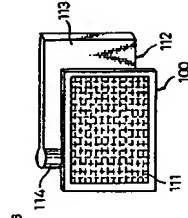


図187

【図198】



【図200】

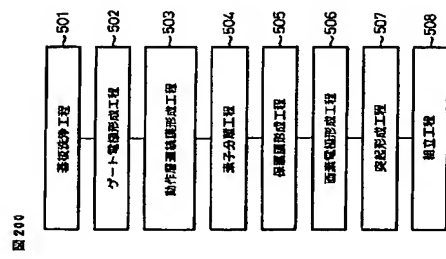


図200

【図188】

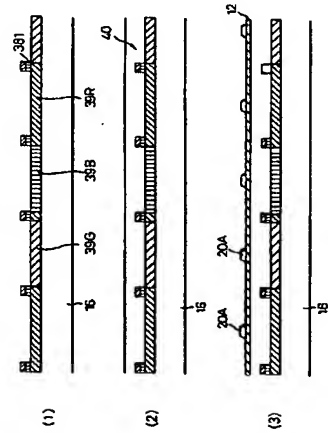


図188

【図189】

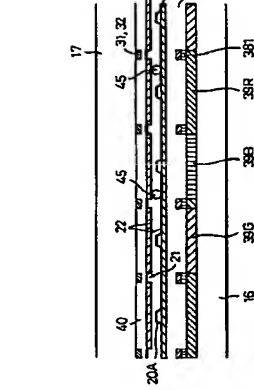
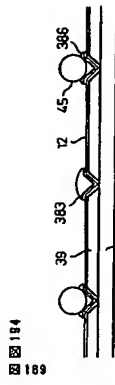


図189

【図194】



【図201】

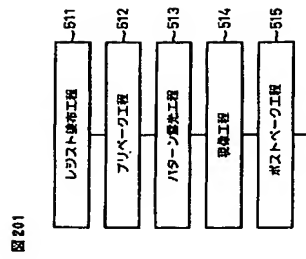


図201

【図190】

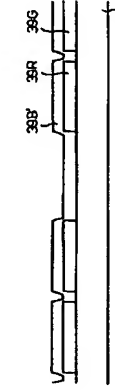


図190

【図191】

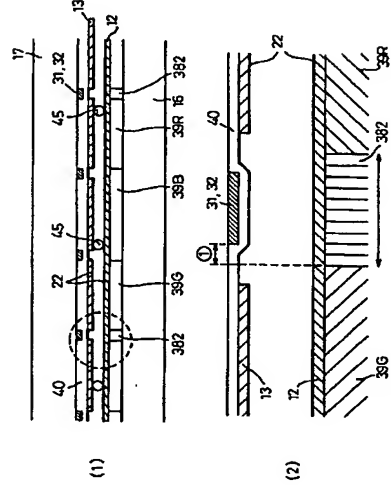
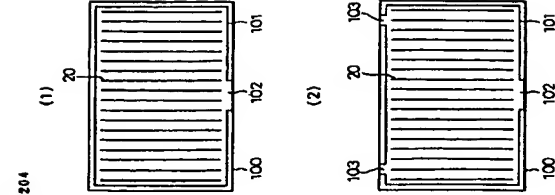
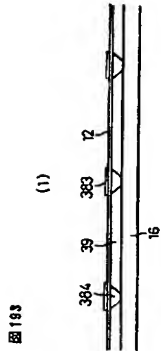


図191

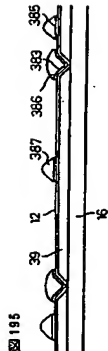
【図204】



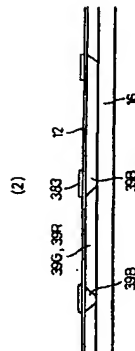
【図193】



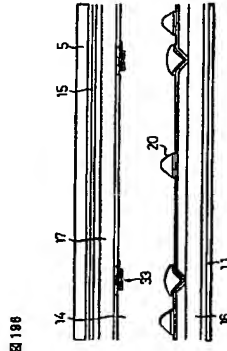
【図195】



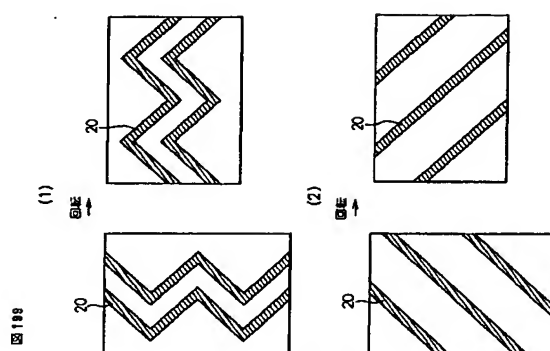
(2)



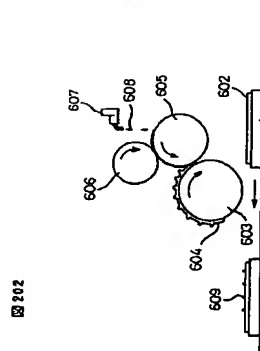
【図196】



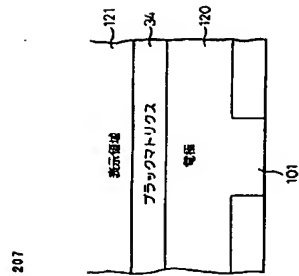
【図199】



【図202】



【図207】



【図203】

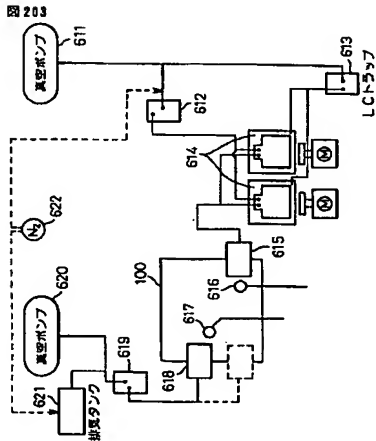
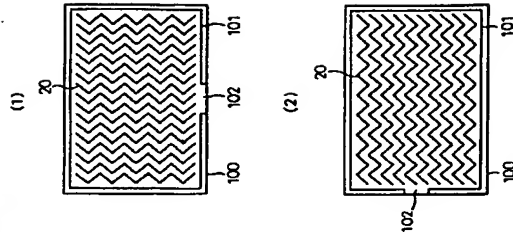
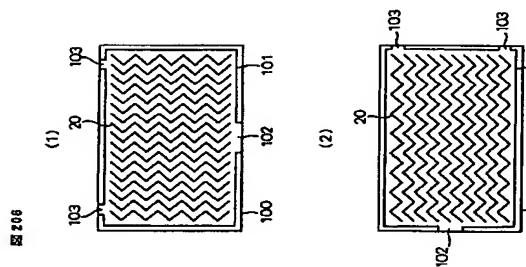


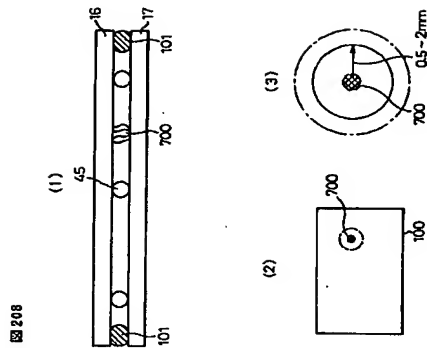
図205



【図206】

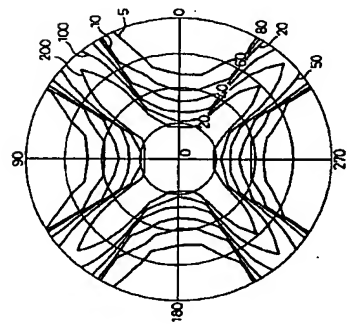


【図208】



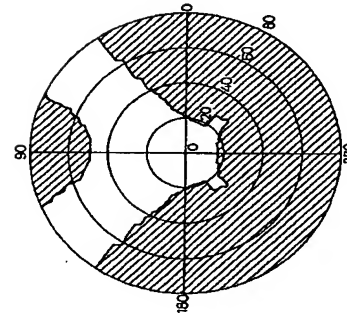
【図214】

図214



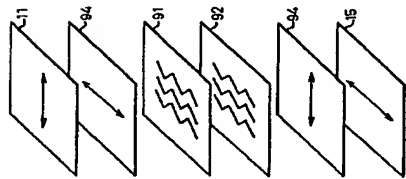
【図215】

図215



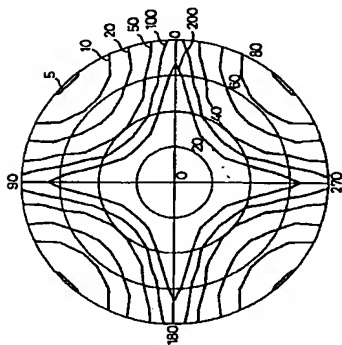
【図220】

図220



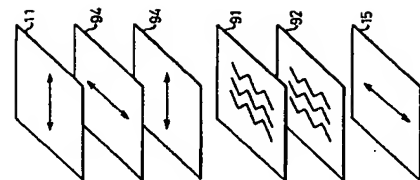
【図221】

図221



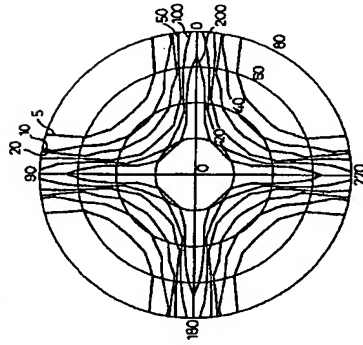
【図224】

図224



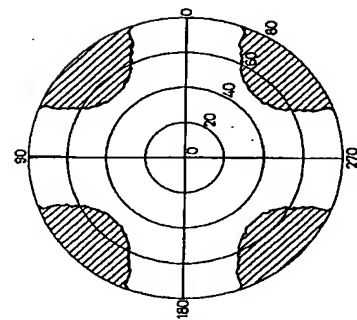
【図217】

図217



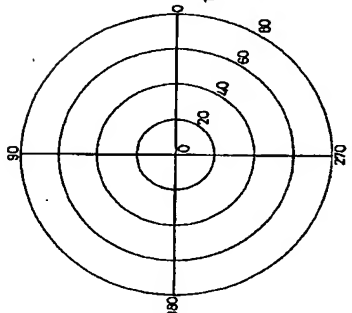
【図218】

図218



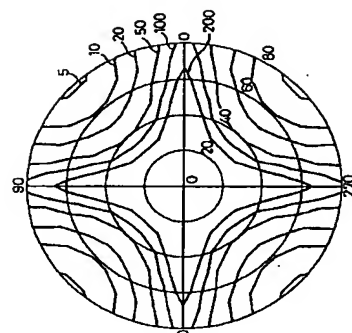
【図222】

図222



【図225】

図225



【図223】

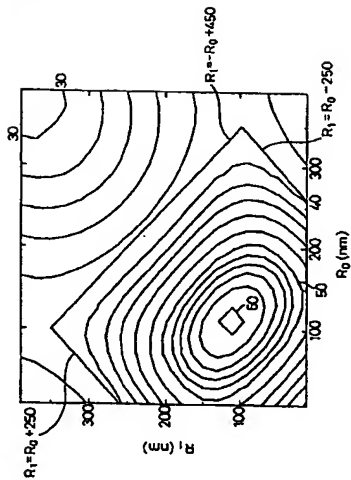


図223

【図226】

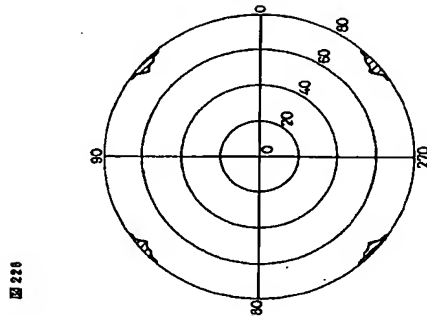


図226

【図227】

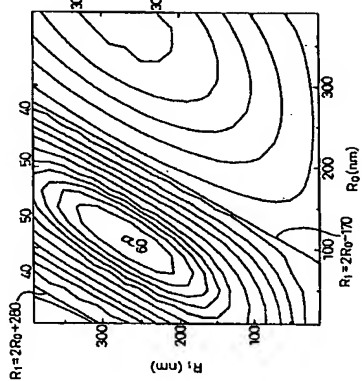


図227

【図230】

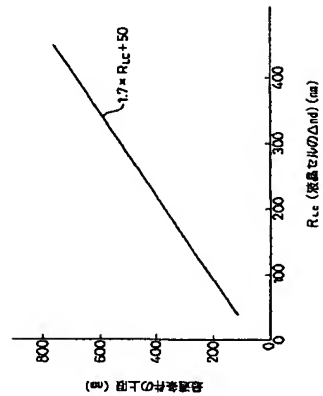


図230

【図228】

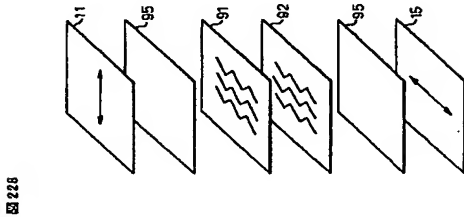


図228

【図229】

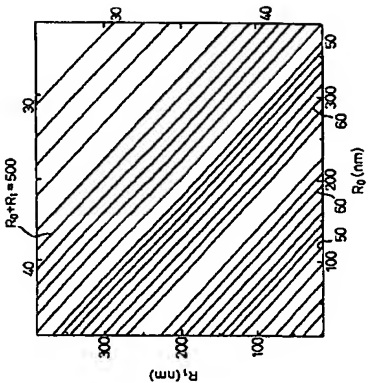


図229

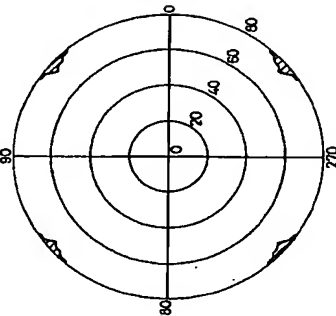


図233

【図231】

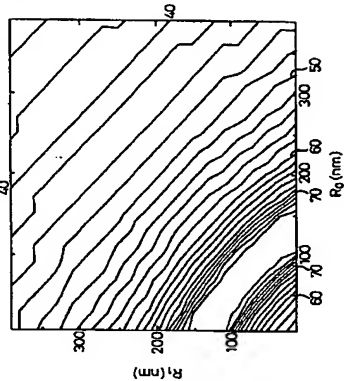
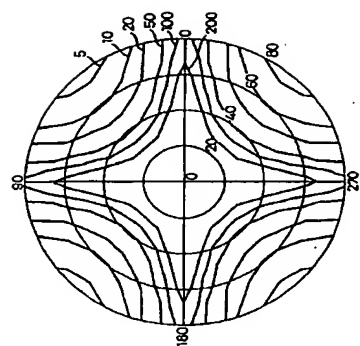


図231

【図233】



【図232】

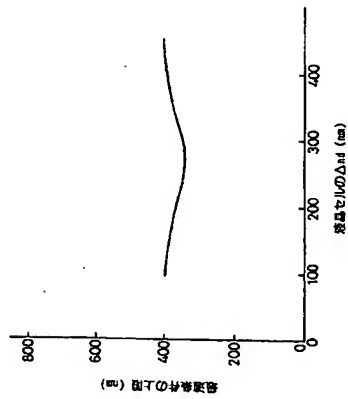


図232

【図234】

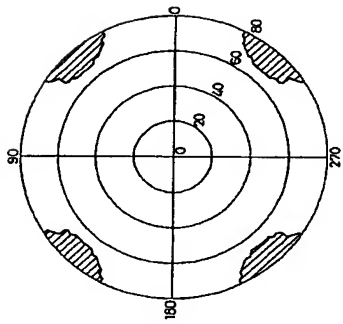


図234

【図237】

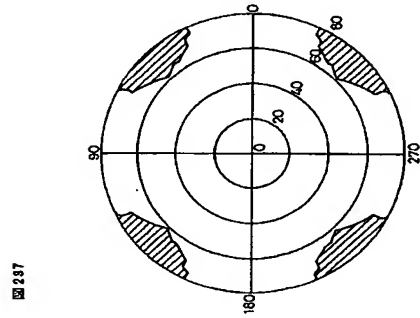


図237

【図238】

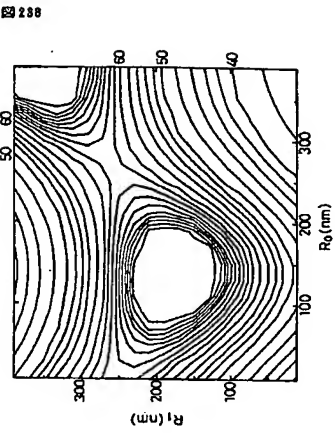


図238

【図235】

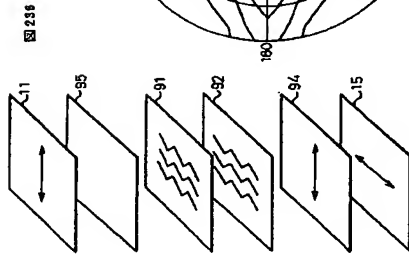


図235

【図236】

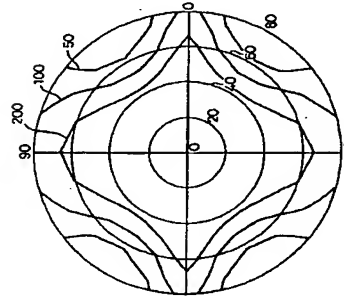
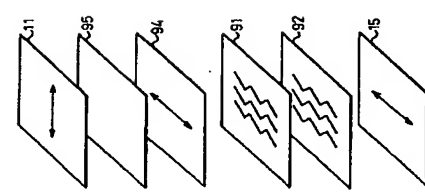


図236

【図239】



【図241】

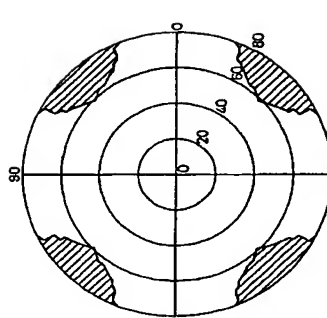


図241

【図240】

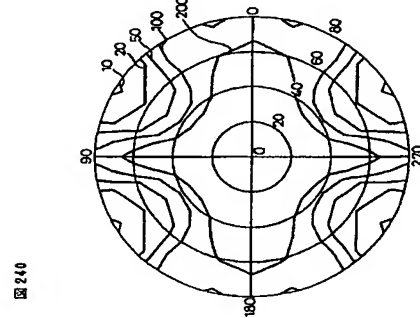


図240

【図246】

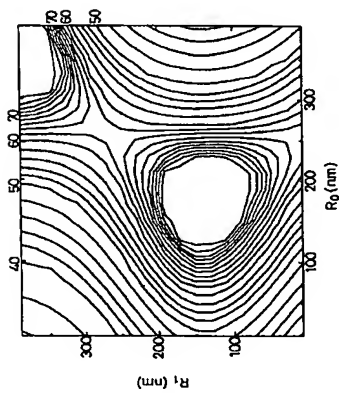


図246

【図247】

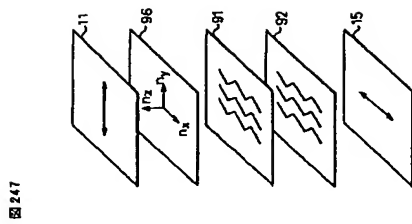


図247

【図243】

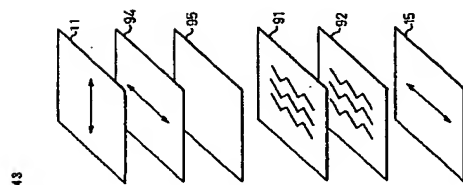


図243

【図242】

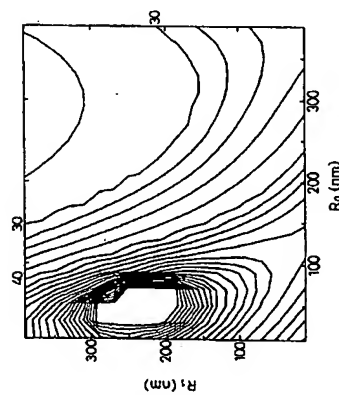


図242

【図244】

図244

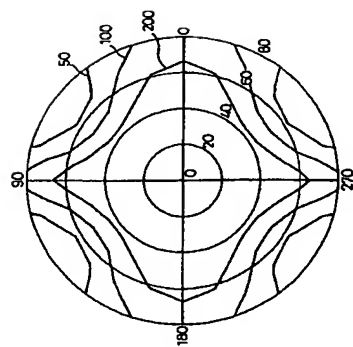


図244

【図245】

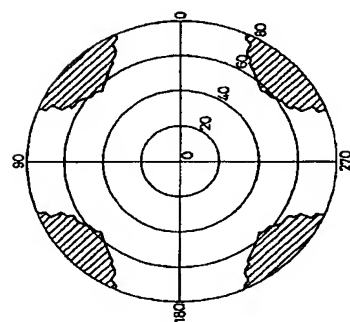


図248

【図248】

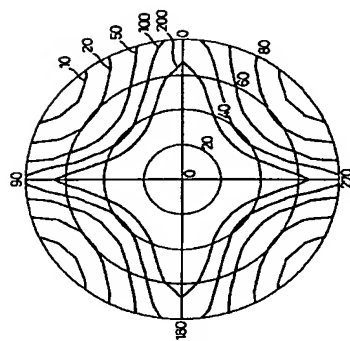
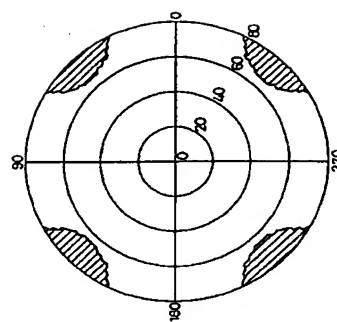


図248

【図249】



【図250】

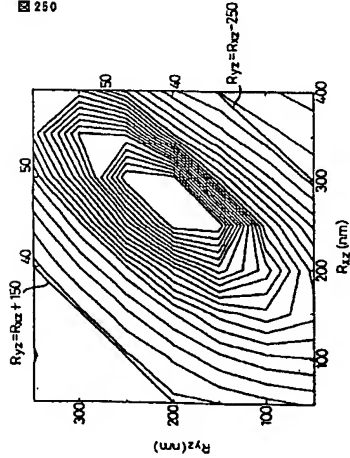


図 250

図 253

所	初加値	200回加減
例C	25	42
例D	33	51
例E	26	45
例F	30	48
比較例	32	70

【図253】

【図251】

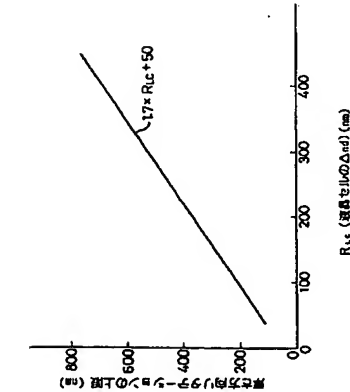


図 251

【図255】

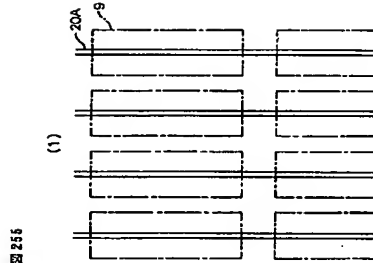


図 255

【図252】

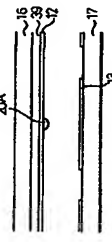


図 252

サンプル	パルス幅 μm R G B	照射面積 μm R G B	照射波長 nm R G B	照射率 % (50)	色度 (S, Y, Z) 左方向 Δx(Δ)	色度 (S, Y, Z) 右方向 Δy(Δ)
例A	5.7, 4.6, 3.6	20, 25, 30	500	5.60	±0.05	0.03
例B	5.7, 4.6, 3.6	20, 25, 30	320	5.60	±0.05	0.05
例C	5.7, 4.6, 3.6	20, 25, 30	240	4.50	±0.05	0.05
例D	5.7, 4.6, 3.6	20, 25, 30	320	5.60	±0.05	0.12

【図254】

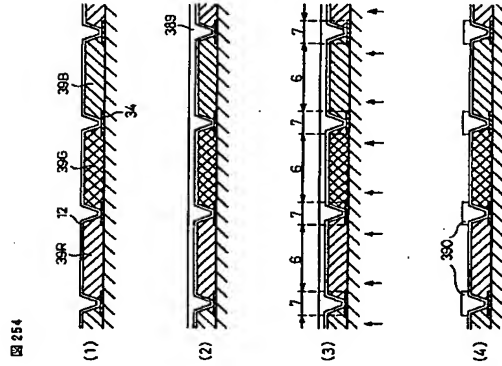
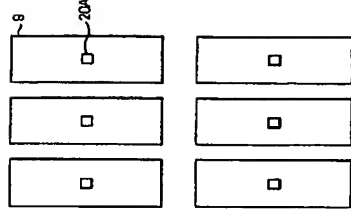


図 254

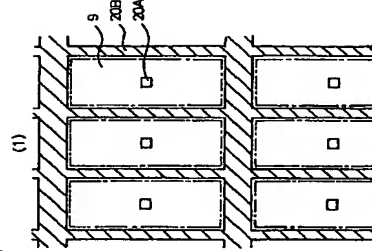
図 256

【図256】

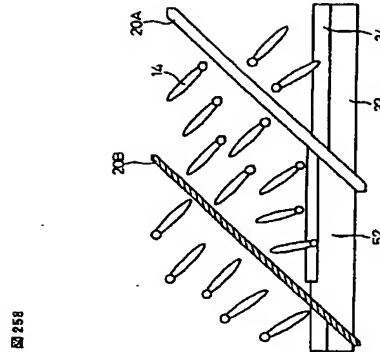


【図257】

図 257



【図258】



(107)		特開平11-258605	
フロントページの続き			
(31)優先権主張番号	特願平9-26637	(72)発明者	西山 剛奈
(32)優先日	平9(1997)9月30日		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
(33)優先権主張国	日本(JP)		1号 富士通株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平9-361384	(72)発明者	田沼 清治
(32)優先日	平9(1997)12月26日		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
(33)優先権主張国	日本(JP)		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	佐々木 貴彦	(72)発明者	仲西 洋平
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	村田 聡	(72)発明者	田代 国広
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	長谷川 正	(72)発明者	片岡 真吾
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	井上 弘康	(72)発明者	大橋 誠
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	大谷 森	(72)発明者	山口 久
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	旭田 政博	(72)発明者	森重 理
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	谷口 洋二	(72)発明者	古川 訓朗
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	吉田 秀史	(72)発明者	健田 豪
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	津田 英昭	(72)発明者	田中 綾規
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	大童 克文	(72)発明者	星野 淳之
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	千田 秀雄	(72)発明者	林 省吾
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	塚大 浩司	(72)発明者	滝沢 英明
	鳥取県米子市石州府字大塚ノ式650番地		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	株式会社米子富士通内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	田坂 恭俊	(72)発明者	金嶺 毅
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	岡元 謙次	(72)発明者	橋本 誠
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内

(108)		特開平11-258605	
(72)発明者	井元 圭昭	(72)発明者	藤川 徹也
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者	荻林 貴	(72)発明者	澤崎 学
	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
	1号 富士通株式会社内		1号 富士通株式会社内
(72)発明者		(72)発明者	田野瀬 友則
			鳥取県米子市石州府字大塚ノ式650番地
			株式会社米子富士通内
(72)発明者		(72)発明者	廣田 四郎
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
			1号 富士通株式会社内

